



Anna Sophia Piacenza Moraes
**A atividade e a conceção dos artefactos de trabalho:
Contribuições da Ergonomia**

Uminho | 2017



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Anna Sophia Piacenza Moraes

**A atividade e a conceção dos artefactos
de trabalho: Contribuições da
Ergonomia**

Julho 2017



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Anna Sophia Piacenza Moraes

**A atividade e a conceção dos artefactos
de trabalho: Contribuições da
Ergonomia**

Tese de Doutoramento
Engenharia Industrial e de Sistemas

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Pedro Miguel Martins Arezes
Professor Ricardo Jorge Dias Vasconcelos

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE


Declaro ter atuado com integridade na elaboração da presente tese. Confirmando que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri à prática de plágio ou a qualquer forma de falsificação de resultados.

Mais declaro que tomei conhecimento integral do Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Universidade do Minho,

Anna Sophia Piacenza Moraes

Assinatura:



Página deixada propositadamente em branco.

“O homem é a medida de todas as coisas, das coisas que são, enquanto são, das coisas que não são, enquanto não são”.

Protágoras

Página deixada propositadamente em branco.

DEDICATÓRIA

À minha mãe Marília e a todos os trabalhadores que, por meio de pequenos milagres, fazem as coisas do dia a dia funcionarem.

Página deixada propositadamente em branco.

AGRADECIMENTOS

Nessa “empreitada” do doutoramento foram-se muitos anos, e são muitos os agradecimentos. Em cada momento, pessoas foram importantes para essa realização. Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador Pedro Arezes, por sua sempre disponibilidade e atenção. Um agradecimento especial também ao Ricardo Vasconcelos, por partilhar momentos decisivos. Agradeço àquela que será sempre minha orientadora, Eliza Echternacht. Agradeço aos colegas da Engenharia Humana, e aos funcionários da Universidade do Minho, dos Serviços Académicos, das Relações Internacionais, das bibliotecas, dos bares e da cantina, e em especial Luis Coutinho, Carla Rocha e Alexandra Fernandes. Agradeço aos amigos portugueses, amore Sofia e menino Nuno, amigos da piscina mas para a vida! Ao Fernando, pelos momentos que partilhamos. Ao Pedro Delgado, por tanto acreditar em mim. Ao Luis Oliveira e ao Rui França pelas acolhidas. À Maria João, a melhor colega de casa! Um agradecimento mais do que especial ao Carlos Jordão. Aos amigos de outros lugares do mundo, mas que fizeram de Portugal o nosso lugar de encontro: à martita Marta, por sua amizade ímpar e à Anna (uma russa baianna!) por sua energia. Ao Acar, ao Momo e ao Hadi. Não poderia deixar de agradecer aos amigos brasileiros, que fizeram com que estar em Portugal fosse um sentir em casa. À Luciana, à Melissa, à Cris, ao *honey* Leonildo e à Diana, queridos companheiros dos primeiros tempos. À Eliane, por partilhar a caminhada. Minha flor Rose, querida Sílvia, ao ‘Roger’ Mateus, adoro vocês! Ao vizinho Jeferson, por tantos divertimentos. À querida Dodô, pelos conselhos, à patroa Andromeda e à Karol por sua risada. À minha querida lady Marina e àqueles que estiveram por perto no último ano, Raquel ‘tchanam’ e Gabriel(s!). À Betina e sua serenidade. Aos amigos de outrora, mas que permanecem presentes e ajudam sempre a diminuir as saudades. À Fernanda, por sua amizade única, à Cacá e à sapoca Sara. Ao querido Ian, sempre por perto. Um agradecimento ao Bellini, por ser exatamente quem você é. Agradeço ao Frango por manter forte o nosso elo. Às amigas também ergonomistas, Angélica Juns e Cris Gonzaga, por partilharem a compreensão dos mesmos problemas. Agradeço aqueles que por cá passaram, mesmo que rapidamente, mas que me encheram de alegrias. Um agradecimento especial aos meus alunos, por me ensinarem tanto! E claro, agradeço à minha amada família, que sempre esteve presente, mesmo quando eu me fiz ausente. Minha mãe, por seu amor incondicional. Ao meu pai José, meu maninho Magnus, aos cunhados Patrícia e Néelson, e ao Sérgio. À minha irmã Anna Rachel, por partilhar comigo uma verdadeira irmandade. Agradeço aos meus sobrinhos, Júlia, Mariana e Guilherme, por crescerem lindos e fortes, diminuindo o sentimento de pesar por não estar por perto em momentos importantes da vida de vocês. Espero que todos saibam da importância que têm para mim.

Página deixada propositadamente em branco.

RESUMO

O problema da incompatibilidade entre os artefactos e as pessoas manifesta-se em objetos de uso quotidiano mas também naqueles que constituem os meios de trabalho: máquinas, ferramentas e sistemas que formam as bases técnicas dos processos produtivos. A Ergonomia dedica-se a minimizar esse problema, e para isso, o ergonomista busca compreender e participar dos processos projetuais. Nesta investigação, também partilhamos essas intenções. Um dos objetivos centrais almejados foi participar da conceção, reconceção ou adaptação de um artefacto de trabalho, atuando juntamente de uma equipa de engenharia, construindo novos critérios e requisitos. Duas ramificações da Ergonomia – a Ergonomia da Atividade e a Ergonomia de Conceção, serviram como base teórica-metodológica para o desenvolvimento da investigação. A etapa de campo foi realizada numa empresa produtora de pneus, sendo o foco da investigação a reconceção de um equipamento industrial de grande porte – uma calandra de 4 rolos, que seria instalada numa de suas unidades industriais, localizada no norte de Portugal. Visávamos inserir o contributo do ponto de vista da atividade de trabalho, como conceptualizada no seio da Ergonomia da Atividade, para tal projeto. De acordo com o método da Abordagem da Atividade Futura, utilizamos como situação de referência um equipamento semelhante ao que seria instalado, para que fosse possível buscar demandas para a conceção do novo equipamento e participar na construção de possíveis soluções. A análise da situação de referência, baseada no método da Análise Ergonómica do Trabalho, revelou a importância de situações de variabilidade para o contexto da produção, e da importância da gestão dessas situações para cumprir os objetivos do processo da calandragem. Demonstramos também a relevância das estratégias desenvolvidas pelos operadores para fazer face a essas variabilidades. Entretanto, o objetivo de atuar junto à equipa de engenharia, construindo e incorporando novos critérios e requisitos para a conceção, não foi alcançado. A partir desse facto, apresentamos algumas reflexões sobre a construção técnica e social da investigação: em termos da conceção em si, dos seus critérios e dos seus requisitos, assim como da condução do projeto, de como buscamos nos integrar a equipa de engenharia responsável, como negociamos a nossa participação, entre outros. Descrevemos como a investigação foi conduzida na Empresa no sentido de perceber os motivos pelos quais um dos objetivos planeados não foi atingido e defendemos que a atividade é uma importante fonte de renovação das prescrições do trabalho, o que inclui a conceção de suas bases técnicas. Com isso, a partir da atividade, é possível promover uma conceção mais coerente com o trabalho real.

Página deixada propositadamente em branco.

ABSTRACT

The incompatibility between artifacts and people manifests itself in objects used daily, but also in instruments of labor: machines, tools, and systems that constitute the bases of technical production. Ergonomics is dedicated to minimizing this problem: ergonomists seek to understand how artifacts are designed and to participate in the design process. In our research, we also pursue these aims. One of its main goals was to participate in the design, re-design or adaptation of a work-related artifact, acting together with a design team, building new design criteria and requirements. We sought to introduce contributions from the work activity viewpoint, as conceptualized within the Activity Ergonomics Approach, to the design of the artifact. Two Ergonomic branches, the Activity Ergonomics Approach and the Ergonomics Design, served us as theoretical-methodological basis for the research development. We carried out the field research in a tire manufacturing company. The research focus was the re-design of a large industrial equipment – a four-roll calender, which was going to be installed in the fabric. In order to accomplish this, and according to the Future Work Activity Approach method, an equipment similar to the one that was going to be installed was used as a reference situation. Our intent was to identify opportunities to improve the design of the new equipment. The analysis of the reference situation, based on the Ergonomic Work Analysis, revealed the importance of variability situations in the context of the production, and the workers' role of managing them to fulfill the objectives of the calendering process. We also demonstrated the important role of the operating strategies developed by the workers to deal with the variability. However, our goal of being integrated with the project team, developing and incorporating new design criteria and requirements, was not achieved. From this, we present some insights regarding the technical and social construction of the research: in terms of the design itself, its criteria and requirements, as well as the project development and our attempts to be part of the design team, how we negotiated our research. We describe how the research was conducted at the company so one can understand the reasons why we could not achieve the planned goals. We argue that activity is an important source of renewal of work prescriptions, which includes the design of its technical bases. In doing so, activity can help to promote a more coherent design process and develop alternative design practices. We defend that design must be focused on the possibilities of use and be based on a dialogue of different expertise.

Página deixada propositadamente em branco.

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA	vii
AGRADECIMENTOS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
ÍNDICE GERAL	xv
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xxiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxv
ÍNDICE DE QUADROS	xxvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxix
PARTE 1	
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
1.1. Problemática e Relevância do Tema.....	3
1.2. Delimitação da Investigação	5
1.3. Lacunas e Perguntas de Investigação.....	5
1.4. Objetivos	7
1.5. Organização da Tese	8
CAPÍTULO 2. O DESENHO DA INVESTIGAÇÃO E CONCEITOS METODOLÓGICOS FUNDAMENTAIS	11
2.1. Abordagem Qualitativa	11
2.2. Lógica Indutiva	15
2.3. Estratégia de Investigação-Ação.....	16
2.3.1. OS OBJETIVOS E A VISÃO DO MUNDO NA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO	17
2.3.2. A INVESTIGAÇÃO-AÇÃO COMO UMA ESTRATÉGIA METODOLÓGICA DA ERGONOMIA DA ATIVIDADE	18
2.4. Métodos, Técnicas e Ferramentas de Recolha e Análise de Dados.....	19
2.5. Etapas Previstas para a Investigação.....	19
CAPÍTULO 3. A PROBLEMÁTICA DA INVESTIGAÇÃO: A INCOMPATIBILIDADE ENTRE OS ARTEFACTOS, AS PESSOAS E O USO	21
3.1. O Ser Humano e os Artefactos	21
3.2. As Relações Homem-máquina: Três Abordagens	22
3.3. O Problema da Incompatibilidade.....	25
3.3.1. A NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO: QUEM OU O QUÊ DEVE SE ADAPTAR?	28
3.3.2. A INCOMPATIBILIDADE E A ADAPTAÇÃO COMO UM PROBLEMA DE CONCEÇÃO	29
3.3.3. AS CAUSAS DO PROBLEMA DA INCOMPATIBILIDADE	29
3.3.3.1. A Separação Conceção-Utilização e Prescrição-Execução	30
3.3.3.2. A Divisão do Conhecimento e a Complexificação dos Artefactos.....	30

3.3.3.3. A Desconsideração do Homem	31
3.3.3.4. A Visão Estereotipada e os Modelos do Ser Humano.....	33
3.3.3.5. A Simplificação da Realidade.....	34
3.3.3.6. O Processo de Conceção e as Limitações Práticas e Metodológicas.....	35

PARTE II

CAPÍTULO 4. A ERGONOMIA, A ERGONOMIA E AS ERGONOMIAS..... 41

4.1. Formação do Vocábulo	41
4.2. A Ergonomia como um Princípio	41
4.3. Os Primórdios da Ciência Ergonómica.....	42
4.4. A Segunda Guerra Mundial: o Contexto para o Nascimento da Ergonomia.....	44
4.5. O Pós-guerra e o Nascimento das Ergonomias	45
4.5.1. ABORDAGENS EPISTEMOLÓGICAS E METODOLÓGICAS	47
4.5.2. LIMITES E COMPLEMENTARIDADE	48
4.6. O Desenvolvimento da Ergonomia na Segunda Metade do Século XX	50
4.7. A Ergonomia na Contemporaneidade	51

CAPÍTULO 5. A ERGONOMIA DA ATIVIDADE E O MÉTODO DA ANÁLISE ERGONÓMICA DO TRABALHO..... 59

5.1. O Trabalho Prescrito e o Trabalho Real	59
5.1.1. A TAREFA, O TRABALHO PRESCRITO	59
5.1.2. A ATIVIDADE, O TRABALHO REAL	60
5.1.3. O PRESSUPOSTO INICIAL: A DIFERENÇA ENTRE TAREFA E ATIVIDADE	62
5.2. Entre a Tarefa e a Atividade: a Variabilidade.....	63
5.2.1. A VARIABILIDADE COMO UMA CARACTERÍSTICA A SER ELIMINADA OU REDUZIDA	64
5.2.2. OS TIPOS DE VARIABILIDADE	64
5.2.2.1. Variabilidade dos Indivíduos	65
5.2.2.2. Variabilidade dos Componentes Técnicos.....	66
5.3. A Regulação e as Estratégias Operatórias.....	68
5.3.1. A REGULAÇÃO DA ATIVIDADE	68
5.3.2. AS ESTRATÉGIAS OPERATÓRIAS	70
5.3.2.1. As Estratégias Operatórias e o Cumprimento dos Objetivos do Trabalho	70
5.3.2.2. As Estratégias Operatórias e a Gestão da Carga de Trabalho	71
5.3.2.3. As Estratégias Operatórias e a Gestão dos Riscos de Acidentes	72
5.3.2.4. As Estratégias Operatórias e as Competências.....	73
5.3.2.5. A Visão Formal a Respeito das Estratégias Operatórias	75
5.4. O método da Análise Ergonómica do Trabalho	77
5.4.1. AS ETAPAS DO MÉTODO DA ANÁLISE ERGONÓMICA DO TRABALHO	78

5.4.2. AS TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA A RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS.....	87
CAPÍTULO 6. A CONCEÇÃO: DEFINIÇÃO, CONCEPTUALIZAÇÃO, TEORIAS E MÉTODOS.....	91
6.1. Definições.....	91
6.1.1. CONCEÇÃO.....	91
6.1.2. PROJETO.....	92
6.1.3. <i>DESIGN</i>	95
6.2. Conceptualização.....	97
6.3. Teorias e Métodos de Conceção.....	99
6.3.1. TEORIAS E MÉTODOS DE CONCEÇÃO.....	100
6.3.2. TEORIAS E MÉTODOS DE CONCEÇÃO FOCADOS NO PROBLEMA DA ADAPTAÇÃO.....	105
6.4. A Conceção na Perspetiva da Ergonomia.....	108
6.4.1. A CONCEÇÃO COMO UMA PRESCRIÇÃO DA UTILIZAÇÃO.....	109
6.4.2. PROBLEMAS MAL DEFINIDOS.....	109
6.4.3. PROCESSOS NÃO LINEARES.....	110
6.4.4. DIRECIONAMENTO POR RESTRIÇÕES.....	111
6.4.5. DIMENSÕES TEMPORAIS RESTRITAS E PARADOXAIS.....	113
6.4.6. PROCESSOS NÃO FINALIZADOS.....	115
6.4.6.1. A Conceção não Termina com os Desenhos de Engenharia.....	115
6.4.6.2. A Conceção Permanece no Uso.....	115
6.4.7. DIVERSIDADE DE ATORES.....	119
CAPÍTULO 7. A ERGONOMIA DE CONCEÇÃO E O MÉTODO DA ABORDAGEM DA ATIVIDADE FUTURA.....	123
7.1. O Nascimento da Ergonomia de Conceção.....	123
7.1.1. O ENVOLVIMENTO DO ERGONOMISTA NOS PROCESSOS DE CONCEÇÃO.....	123
7.1.2. O DESENVOLVIMENTO DO QUADRO TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	125
7.2. A Ação em Ergonomia de Conceção.....	126
7.2.1. OBJETIVOS DAS AÇÕES EM ERGONOMIA DE CONCEÇÃO.....	126
7.2.2. UMA DUPLA CONSTRUÇÃO: TÉCNICA E SOCIAL.....	127
7.2.2.1. O Ergonomista e a Construção Técnica da Conceção.....	129
7.2.2.2. O Ergonomista e a Construção Social da Conceção.....	130
7.2.3. CUSTOS E BENEFÍCIOS DA INTERVENÇÃO EM CONCEÇÃO.....	132
7.2.4. CASOS EM ERGONOMIA DE CONCEÇÃO.....	133
7.3. O Método da Abordagem da Atividade Futura.....	135
7.3.1. O PARADOXO DA ERGONOMIA DE CONCEÇÃO.....	136
7.3.2. O CONCEITO DE ATIVIDADE FUTURA.....	137

7.3.3. AS ETAPAS DO MÉTODO DA ABORDAGEM DA ATIVIDADE FUTURA.....	139
--	-----

PARTE III

CAPÍTULO 8. O *LOCUS* E O FOCO DA INVESTIGAÇÃO: A EMPRESA E A CALANDRA DE 4 ROLOS..... 153

8.1. Caracterização Geral da Empresa	153
8.2. Constituição Económica	154
8.3. As Mudanças Macroeconómicas e a Ampliação da Unidade Portuguesa.....	156
8.4. Organização Geral da Empresa	157
8.4.1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	157
8.4.2. PERÍODOS DE LABORAÇÃO	158
8.4.3. PROCESSO PRODUTIVO E DEPARTAMENTOS	159
8.5. O Foco da Investigação: a Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos	163
8.5.1. VISÃO GERAL DO PROCESSO DE CALANDRAGEM	163
8.5.2. ORGANIZAÇÃO FORMAL DO TRABALHO DA CALANDRAGEM.....	164
8.5.3. PRODUTOS E MATÉRIAS-PRIMAS DA CALANDRAGEM	166
8.5.4. CARACTERÍSTICAS DO TECIDO CALANDRADO E GARANTIA DA QUALIDADE.....	169
8.6. Organização do Processo da Calandragem	173
8.6.1. DEMANDA E RENDIMENTO	173
8.6.2. PLANEAMENTO E SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO	174
8.6.3. PROCEDIMENTOS E ESPECIFICAÇÕES.....	174
8.7. A Calandra de 4 Rolos.....	176
8.7.1. PRINCIPAIS VARIÁVEIS DE CONTROLO	177
8.7.2. DIMENSÕES E ESTRUTURA	178
8.7.3. EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS	179
8.7.4. SISTEMAS ACESSÓRIOS.....	185
8.8. O Processo da Calandragem e suas Operações	187
8.8.1. PREPARAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS	189
8.8.1.1. Preparação do Material Reforçante - Cordas Metálicas.....	189
8.8.1.2. Preparação do Material Reforçante - Tecido Têxtil em Cru.....	191
8.8.1.3. Preparação do Composto de Borracha.....	193
8.8.1.4. Preparação das Matérias-Primas Secundárias.....	195
8.8.2. CALANDRAGEM	196
8.8.3. ENROLAMENTO, CORTE E ARMAZENAGEM DO TECIDO CALANDRADO	199
8.8.4. OPERAÇÕES PARA A TROCA ENTRE ESTILOS.....	200
8.8.5. OPERAÇÕES PARA O ARRANQUE DO ESTILO	204
8.9. Manutenção e Limpeza da Calandra de 4 Rolos.....	204

CAPÍTULO 9. FASE 1: A CONSTRUÇÃO DAS BASES DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO 207

9.1. A Busca por um Campo de Estudo.....	207
9.2. A Busca por um Objeto de Investigação	208
9.2.1. A AMPLIAÇÃO DA UNIDADE FABRIL	209
9.2.2. A “MIGRAÇÃO” PARA A DIREÇÃO DE ENGENHARIA	209
9.2.3. OS EQUIPAMENTOS E A SUA MODERNIZAÇÃO	210
9.2.4. A EXISTÊNCIA DE SITUAÇÕES DE REFERÊNCIA	210
9.3. A Escolha do Objeto de Estudo: a Nova Calandra de 4 Rolos	211
9.4. Os Interesses das Partes Envolvidas na Investigação-Ação.....	212
9.4.1. OS INTERESSES DA DSIA	213
9.4.2. OS INTERESSES DA DIREÇÃO DE ENGENHARIA.....	213
9.4.2.1. A Certificação do Equipamento.....	214
9.4.2.2. Normalização e Certificação: um Caminho para a Ergonomia?.....	214
9.4.2.3. A Troca dos Rolos da Calandra.....	215
9.4.3. ARTICULAR INTERESSES: O PRIMEIRO DESAFIO DE UMA AÇÃO EM ERGONOMIA DE CONCEÇÃO	216
9.5. A Equipa Responsável pelo Projeto e as Possíveis Implicações da Investigação-Ação na Condução do Projeto	217
9.5.1. O PAPEL DO ERGONOMISTA NA CONCEÇÃO: ANALISAR, QUESTIONAR OU CONTRIBUIR PARA O TRABALHO DAS EQUIPAS DE ENGENHARIA?	217
9.5.2. UM CONJUNTO AMPLIADO DE ATORES	219
9.6. As Condições Propícias para a Investigação-Ação.....	219
9.7. A Relevância da Ergonomia para a Conceção dos Artefactos de Trabalho	220

CAPÍTULO 10. FASE 2: A ANÁLISE ERGONÓMICA DO TRABALHO NA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA 223

10.1. A Recolha de Dados	223
10.1.1. OS CONTATOS COM OS ATORES DA CALANDRAGEM.....	223
10.1.2. AS SITUAÇÕES DE AÇÃO CARACTERÍSTICAS E AS INTERFACES DE AÇÃO, VISUALIZAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	226
10.2. Os Componentes da Atividade de Trabalho da Calandragem	226
10.2.1. DISPERSO E DISTRIBUÍDO.....	226
10.2.2. A GESTÃO DAS VARIABILIDADES	227
10.2.3. A ANÁLISE DAS SITUAÇÕES DE VARIABILIDADE OBSERVADAS.....	230
10.2.3.1. Frequência de Ocorrência das Situações de Variabilidade	230
10.2.3.2. Locais de Ocorrência das Situações de Variabilidade	231
10.2.3.3. Principais Causas das Situações de Variabilidade	233
10.2.3.4. Impactos e Consequências das Situações de Variabilidade	235
10.2.3.5. Momentos de Ocorrência das Situações de Variabilidade.....	237

10.2.4. A REGULAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS OPERATÓRIAS	239
10.2.5. O COLETIVO: A COORDENAÇÃO, A COOPERAÇÃO E A COMUNICAÇÃO	240
10.3. A Competência para e no Trabalho da Calandragem	246
10.3.1. A CONSTRUÇÃO DA COMPETÊNCIA.....	246
10.3.2. A COMPETÊNCIA E AS CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO	248
10.3.3. A COMPETÊNCIA E A GESTÃO DOS RISCOS	253
10.4. A Atividade de Trabalho de Manutenção e Limpeza da Calandra de 4 Rolos.....	256
10.5. Considerações acerca das Técnicas e Ferramentas Utilizadas na Recolha de Dados .	260
CAPÍTULO 11. FASE 3: A CONCEÇÃO DO NOVO EQUIPAMENTO, AS DEMANDAS E A PARTICIPAÇÃO.....	265
11.1. Os Contatos com a Equipa de Engenharia Responsável e com outros Atores Pertinentes à Conceção.....	265
11.2. As Demandas para a Conceção da Nova Calandra de 4 Rolos	266
11.2.1. A AUSÊNCIA DE UMA DEMANDA CONFIGURADA	266
11.2.2. CONFIGURAR AS DEMANDAS PARA A CONCEÇÃO A PARTIR DE UMA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA ...	267
11.2.3. A IMPORTÂNCIA DAS DEMANDAS PARA A CONCEÇÃO	271
11.3. A Conceção da Nova Calandra de 4 Rolos, a Relevância dos Critérios Ergonómicos e a Lógica Da Atividade	272
11.3.1. REPLICAR A CALANDRA EM OPERAÇÃO: O PRINCIPAL CRITÉRIO DA CONCEÇÃO	272
11.3.2. OS DESENHOS DA ESTRUTURA METÁLICA E AS ALTERAÇÕES.....	273
11.3.3. ATIVIDADE DE TRABALHO E A VARIABILIDADE: CRITÉRIOS DESCONSIDERADOS NA CONCEÇÃO	274
11.3.4. A CONCEÇÃO: UM COMPROMISSO ENTRE LÓGICAS DISTINTAS	276
11.3.5. UM PROJETO DE ERGONOMIA DE CONCEÇÃO OU A ERGONOMIA NUM PROJETO DE CONCEÇÃO EM ENGENHARIA?	277
11.4. A Participação de outros Atores na Conceção da Nova Calandra de 4 Rolos.....	278
11.4.1. O SISTEMA DE SUGESTÕES DO PROGRAMA TPM E O SEU POSSÍVEL CONTRIBUTO PARA A CONCEÇÃO DA NOVA CALANDRA DE 4 ROLOS	279
11.4.2. A BUSCA POR UMA OUTRA FORMA DE PARTICIPAÇÃO.....	282
11.4.3. A PARTICIPAÇÃO DE NOVOS ATORES NA CONCEÇÃO: UM INTERESSE REAL?	284
11.5. A Evolução a as Restrições do Projeto	286
11.5.1. AS DECISÕES PRÉVIAS DO PROJETO	286
11.5.2. A SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA E A SINGULARIDADE DA CONCEÇÃO	287
11.5.3. O CRONOGRAMA, AS VISITAS AO EDIFÍCIO E O <i>STATUS</i> DO PROJETO	288
11.6. Das Condições Propícias à Interrupção da Investigação-Ação	289
11.6.1. A INTERRUPTÃO DA INVESTIGAÇÃO DE CAMPO	289
11.6.2. O QUE DEU ERRADO?	290
11.7. Objetivos e desafios de uma Investigação-ação em Ergonomia de Conceção	296

PARTE IV

CAPÍTULO 12. CONTRIBUIÇÕES DA ATIVIDADE PARA A CONCEÇÃO DOS ARTEFACTOS DE TRABALHO	301
12.1. Renovar a Prescrição, Renovar a Conceção	301
12.1.1. A ATIVIDADE COMO FONTE PARA RENOVAR A CONCEÇÃO	302
12.1.2. OS CRITÉRIOS ERGONÓMICOS CONSOLIDADOS E OS CRITÉRIOS EMERGENTES	303
12.1.3. DA IMPREVISIBILIDADE ÀS POSSIBILIDADES DE USO	307
12.1.4. DA ESPECIALIZAÇÃO A UMA RELAÇÃO DIALÉTICA DE SABERES	311
12.2. Renovar a Si Mesma	313
12.3. Outras Lógicas e Outros Valores para a Conceção	315
CAPÍTULO 13. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....	317
13.1. A Ergonomia, uma Ciência de Conceção.....	317
13.2. Conceber a partir da Atividade	319
13.3. O Prescrito e o Real de um Trabalho de Investigação.....	320
BIBLIOGRAFIA	323
ANEXOS.....	341

Página deixada propositadamente em branco.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAF – Abordagem da Atividade Futura

AET – Análise Ergonómica do Trabalho

DE – Direção de Engenharia

DEI – Direção de Engenharia Industrial

DP – Departamento de Produção

DSIA – Direção de Segurança Industrial e Ambiente

IEA – *International Ergonomics Association*

SAC – Situação de Ação Característica

TPM – *Total Productive Maintenance*

Página deixada propositadamente em branco.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Organização da tese	9
Figura 2 – Desenho da investigação	11
Figura 3 – A função integradora da atividade de trabalho	62
Figura 4 – A dimensão temporal paradoxal da conceção	114
Figura 5 – Custo das ações ergonómicas em função da fase da conceção	133
Figura 6 – Indicadores gerais do aumento número pneus produzidos/dia e faturamento...	156
Figura 7 – Estrutura organizacional da Empresa	158
Figura 8 – Processo produtivo da fabricação de pneus	160
Figura 9 – Partes componentes de um pneu	161
Figura 10 – Esquema simplificado do processo de calandragem	163
Figura 11 – Tecidos têxteis e metálicos calandrados	166
Figura 12 – Tecidos têxteis reforçantes	167
Figura 13 – Bobines de cordas metálicas grandes e pequenas	167
Figura 14 – Compostos de borracha	168
Figura 15 – Rolos de uma calandra de 4 rolos	176
Figura 16 – Bancos de composto numa calandra de 4 rolos	177
Figura 17 – Linha de uma calandra de 4 rolos	179
Figura 18 – Extrusora de pinos	180
Figura 19 – Moinho de aquecimento e moinho de alimentação	181
Figura 20 – Sala do <i>cree</i> , estantes de pinos e feiras	182
Figura 21 – Dupla estação de desenrolamento	183
Figura 22 – Fluxograma do processo de calandragem, etapas e principais operações	188
Figura 23 – Número de situações de variabilidade por dia de observação	230
Figura 24 – Número de situações de variabilidade em função do local de ocorrência	232

Figura 25 – Objetivos relacionados às estratégias operatórias	240
Figura 26 – Critérios ergonómicos consolidados e emergentes	305
Figura 27 – Conceber para as possibilidades de uso	309

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Características das investigações qualitativas	12
Quadro 2 – Pressupostos filosóficos das investigações qualitativas	14
Quadro 3 – Exemplos de variabilidade normal	66
Quadro 4 – Exemplos de variabilidade normal incidental	67
Quadro 5 – Objetivos gerais, intermediários e específicos da atividade	71
Quadro 6 – Aspectos a serem abordados numa observação livre	83
Quadro 7 – As fases da conceção e o método da Abordagem da Atividade Futura	139
Quadro 8 – Exemplos de situações de referência	140
Quadro 9 – O uso do recenseamento das situações de ação características	143
Quadro 10 – Dados gerais da Empresa	154
Quadro 11 – Operações para a preparação das cordas metálicas	190
Quadro 12 – Operações para a preparação dos tecidos têxteis em cru	192
Quadro 13 – Operações para a preparação dos compostos de borracha	194
Quadro 14 – Operações para a preparação dos fios de <i>bleeder</i>	195
Quadro 15 – Operações para a calandragem	197
Quadro 16 – Operações para o enrolamento, corte e armazenagem dos tecidos calandrados	199
Quadro 17 – A Situação de Variabilidade	229

Página deixada propositadamente em branco.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Produtos fabricados na calandragem	345
Anexo 2 – Instrução de Trabalho – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos	347
Anexo 3 – Especificação – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos	353
Anexo 4 – Diagrama de Fluxo – Calandragem de Tecido Metálico	361
Anexo 5 – Diagrama de Fluxo – Calandragem de Tecido Têxtil	363
Anexo 6 – Método de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico	367
Anexo 7 – Método de Trabalho – Preparação da sala do <i>creel</i> – Sala de cima	375
Anexo 8 – Método de Trabalho – Preparação da sala do <i>creel</i> – Sala de baixo	377
Anexo 9 – Localização da calandra de 4 rolos na unidade	381
Anexo 10 – Borda de borracha	383
Anexo 11 – <i>Check-list</i> de tarefas da equipa de limpeza	385
Anexo 12 – Acordo de Cooperação apresentado à Empresa	389
Anexo 13 – Situações de variabilidade observadas	393
Anexo 14 – Estratégias operatórias observadas.....	423
Anexo 15 – Lado da entrada da tira de composto no banco	437
Anexo 16 – Desenhos da nova calandra de 4 rolos	439

Página deixada propositadamente em branco.

PARTE I

Capítulo 1. Considerações Iniciais

Capítulo 2. O desenho da Investigação e conceitos metodológicos fundamentais

Capítulo 3. A problemática da investigação: a incompatibilidade entre os artefactos, as pessoas e o uso

Página deixada propositadamente em branco.

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. Problemática e Relevância do Tema

Em nosso cotidiano, e cada vez com mais frequência, lidamos com uma miríade de artefactos¹. Mas nem sempre nossa relação e interação com eles são amistosas: dificuldades de operação, incompatibilidade com nossas dimensões antropométricas, necessidade de memorizarmos sequências e de aprendermos novas lógicas revelam a existência de um problema de incompatibilidade entre os artefatos e as pessoas que os utilizam. Tal problema está presente em diversos objetos que utilizamos em nosso dia a dia, mas não se limita à questão da usabilidade dos bens de consumo.

Em contextos produtivos industriais, tal incompatibilidade manifesta-se nos artefactos que constituem os bens de capital, ou bens de produção²: equipamentos, ferramentas, máquinas, sistemas, etc., utilizados como meios de trabalho. A incompatibilidade, nesses casos, traz consequências tanto para o desempenho dos sistemas produtivos quanto para aqueles que os utilizam: dificuldades na partida dos processos, retrabalho, disfuncionamentos, impactos na qualidade dos produtos, além de acidentes e doenças relacionadas com o trabalho.

O crescente e continuado desenvolvimento de tecnologias e a permanência das consequências indesejáveis relacionadas à incompatibilidade entre os artefactos e as pessoas fazem com que abordar tal problema permaneça como um debate atual e primordial para a sociedade. Disso, é necessário questionar até que ponto essa incompatibilidade relaciona-se com a concepção dos artefactos. A busca de soluções implica analisar como esses são criados em nosso mundo contemporâneo e repensar as lógicas e os saberes envolvidos na concepção.

Diversas áreas do conhecimento dedicam-se sobre tal questão. A Ergonomia, ciência que surge com o intuito de contribuir para o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas, é uma delas. Desenvolve-se a partir do reconhecimento do problema da adaptação dos artefactos e busca, a partir de seu posicionamento e ponto de vista específicos, atuar para que esses sejam melhor

¹ Define-se um artefacto como sendo: “2. Aparelho ou engenho construído para determinado fim” (Dicionário Priberam Online, 2016) ou ainda, “1. Produto de trabalho mecânico; objeto, dispositivo, artigo manufaturado 2. Aparelho, engenho, mecanismo construído para um fim determinado.... 4. ANTRPOL ARQL Forma individual de cultura material ou produto deliberado da mão-de-obra humana” (Houaiss, 2011). Já no Dicionário da Língua Portuguesa (Costa e Sampaio, 1999) é definido como “objeto produzido pelas artes mecânicas (Do lat. *arte factu*, ‘feito com arte’)”. Nesta tese, entendemos um artefacto a partir da mesma ideia de Bouffleur (2006), que cita que um “artefacto é precisamente um objeto produzido através da interação humana com o meio físico” (p. 123).

² Bens de capital ou bens de produção são aqueles bens utilizados para produzir outros bens, em geral, bens de consumo.

adaptados às pessoas e às situações de uso. No caso dos contextos produtivos industriais, se interessa, especificamente, por compreender como são concebidos os artefactos que constituem os bens ou bases técnicas da produção, utilizados como meios para a realização de um determinado trabalho.

Entretanto, a ciência ergonómica, ao longo da sua formação, se desenvolveu e se ramificou. De acordo com o contexto de nascimento e os objetivos a alcançar, estabeleceu um quadro teórico-metodológico mais apropriado. Nesta investigação sustentamo-nos em duas abordagens, ou quadros teóricos-metodológicos específicos. Uma delas, a Ergonomia da Atividade, se desenvolveu a partir do conceito de atividade, distinguindo-o do conceito de tarefa. De forma simples, enquanto a atividade expressa o trabalho real, ou aquilo que realmente se faz num contexto de trabalho, a tarefa representaria o trabalho prescrito, ou aquilo que é suposto ser feito. Sua abordagem metodológica se diferencia de outras ramificações da Ergonomia, por centrar-se na análise de situações de trabalho em contextos reais.

A outra abordagem que nos serviu de sustentação – a Ergonomia de Conceção, se desenvolveu especificamente com foco nos processos de conceção. Defende a relevância em utilizar conhecimentos sobre o ser humano, as suas características e limitações físicas e psíquicas, assim como as exigências, as condições e os resultados esperados de seu trabalho, como elementos norteadores da conceção. Nos contextos de produção, a Ergonomia de Conceção interessa-se em contribuir para conceber artefactos de trabalho mais adaptados às características dos trabalhadores e ao trabalho. Reconhece ainda que a fase de conceção é um momento crucial para garantir que as futuras condições de trabalho sejam satisfatórias, assim como para otimizar os sistemas de produção.

Dessa vontade de transformar, os ergonomistas³ necessitam de ferramentas metodológicas que lhes permitam modificar as situações com que se deparam. Por isso, a investigação-ação é uma estratégia que comumente serve de sustentação às intervenções desenvolvidas a partir do quadro da Ergonomia da Atividade e da Ergonomia de Conceção. O duplo objetivo dessa estratégia de investigação – agir sobre uma realidade concreta e produzir conhecimentos sobre a ação conduzida, permite ao ergonomistas alcançar os objetivos almejados pela Ergonomia.

³ Entendemos “ergonomista” como sendo o profissional praticante da Ergonomia. O termo “ergónomo” é também utilizado na literatura de língua portuguesa. Entretanto, daremos preferência por utilizar o termo “ergonomista” por ser o mais difundido.

1.2. Delimitação da Investigação

Nesta investigação, tentamos compreender essencialmente como são concebidos e utilizados os artefactos que constituem os bens de capital, especificamente aqueles utilizados como meios de trabalho em contextos fabris, e que constituem as bases técnicas da produção. É, portanto, sobre contextos produtivos industriais que essa investigação se debruça. Logo, nesta tese, quando nos referimos à conceção de artefactos, estamos nos referindo essencialmente aos projetos de Engenharia dedicados à conceção de equipamentos, máquinas, ferramentas e sistemas produtivos. Seguindo essa mesma delimitação, quando nos referimos à utilização, estamos nos referindo ao trabalho feito por intermédio desses artefactos, realizado principalmente por operadores do núcleo operacional, trabalhadores de “chão-de-fábrica”, ou *blue-collar workers*⁴, tais como: operadores de máquina, operadores de limpeza e operadores de manutenção.

1.3. Lacunas e Perguntas de Investigação

A Ergonomia visa otimizar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas e reconhece que esse objetivo perpassa, por vezes, pela modificação das bases técnicas da produção. Porém, para cumprir um papel prescritivo e contribuir para que os artefactos sejam mais adaptados, os conhecimentos da Ergonomia devem ser desenvolvidos e levados em consideração nas decisões de conceção. Contudo, apesar de ser reconhecida a importância da integração da Ergonomia no aos artefactos, isso não se constitui como algo trivial.

De acordo com Dul et al. (2012), o potencial da Ergonomia permanece inexplorado, e mesmo em certas situações onde há uma demanda para a Ergonomia, como, por exemplo, “produtos ergonómicos” (no *marketing* de produtos) ou “sistemas ergonómicos” (em indústrias de segurança crítica, tal como defesa, transportes, petrolíferas e de saúde), não há aplicação suficiente da Ergonomia de alta qualidade nos processos de conceção. Para esses autores (Dul et al., 2012), isso se dá ou porque falta a Ergonomia ou porque a sua aplicação é demasiado limitada em escopo, o que resulta em soluções subótimas.

Duas lacunas teórico-metodológicas podem ser identificadas: uma delas voltada para a construção técnica das ações ergonómicas, e outra para a construção social dessas ações.

⁴ Como designado na literatura anglo-saxónica.

Do ponto de vista da técnica, observamos uma dificuldade na aplicação dos conhecimentos disponibilizados pela Ergonomia na concepção. Mas questionamos também a suficiência e adequabilidade desses conhecimentos para lidar com elementos singulares e circunstanciais do trabalho, e buscamos compreender como desenvolver novos conhecimentos que sejam úteis para a concepção.

Já do ponto de vista social, identificamos lacunas a respeito da valorização da Ergonomia e baixa solicitação dos ergonomistas pelos atores envolvidos na concepção, gestão e uso dos artefactos (Dul et al., 2012), assim como a dificuldade de articulação do ergonomista com os atores da concepção de forma a influenciar em suas decisões. Mesmo quando a concepção das bases técnicas da produção é conduzida por equipas multidisciplinares, a participação dos ergonomistas encontra dificuldades: comumente, os limites de ação e os seus papéis não costumam estar completamente definidos. Logo, analisar o papel do ergonomista nos processos de concepção é útil para compreender e traçar os desafios da Ergonomia nos atuais e noutros possíveis contextos de ação.

Ou seja, os conhecimentos necessários para a promoção de uma ação ergonómica não se limitam aos dados e conhecimentos sobre os seres humanos. A necessidade de uma construção técnica e de uma construção social coloca lado a lado os conhecimentos necessários para a ação e os conhecimentos sobre a ação. Falzon (2007) aponta que os conhecimentos sobre a ação são raramente identificados enquanto tal, e as obras de Ergonomia são frequentemente muito reticentes quanto a esse assunto, por empregarem modelos subjacentes implícitos que entendem que a ação ergonómica é uma “simples” utilização dos conhecimentos sobre o Homem.

Para esse autor (Falzon, 2007), deve-se dar um estatuto igual a esses dois tipos de conhecimentos, ou seja, desenvolver tanto conhecimentos sobre o ser humano, “através de uma abordagem holística no qual o Homem é pensado simultaneamente em suas dimensões fisiológicas, cognitivas e sociais” (Falzon, 2007, p. 6), assim como produzir conhecimentos que sejam “úteis à ação, quer se trate da transformação ou da concepção de situações de trabalho ou objetos técnicos” (Falzon, 2007, p. 6).

Assim, a partir da problemática exposta (o problema da adaptação dos artefactos às pessoas) da motivação (repensar a forma de conceber os artefactos), e das lacunas teórico-metodológicas

identificadas (como melhor integrar a Ergonomia e os ergonomistas nos processos de concepção), expomos a seguir as questões que motivaram o desenvolvimento desta investigação:

- Quais os principais métodos desenvolvidos no quadro teórico-metodológico da Ergonomia que são úteis para a concepção dos artefactos?
- Como a atividade, conforme conceptualizada no quadro teórico da Ergonomia da Atividade, pode contribuir para o desenvolvimento de artefactos mais adaptados às pessoas e às necessidades de uso?
- Como o ergonomista pode contribuir para construir uma visão mais coerente sobre o trabalho realizado por meio de um artefacto que seja útil para a concepção?
- De que formas o ergonomista pode integrar-se e atuar nas equipas de projeto de engenharia?
- Em quais etapas da concepção a intervenção do ergonomista é mais relevante?

1.4. Objetivos

Das perguntas expostas e da opção de desenvolver uma investigação baseada numa estratégia de investigação-ação, traçamos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os principais métodos de apoio à concepção dos artefactos utilizados como meios de trabalho propostos pela Ergonomia;
- Descrever a importância do ponto de vista da atividade, como conceptualizada no quadro teórico da Ergonomia, para a concepção dos meios de trabalho;
- Descrever a importância da atuação do ergonomista nas equipas de projeto e seu papel como articulador das diversas visões sobre o trabalho realizado por meio de um artefacto;
- Descrever em quais etapas da concepção a participação do ergonomista é mais importante.

Já como objetivos gerais da investigação, temos:

- Participar num projeto real de concepção, reconcepção ou adequação de um artefacto de trabalho, atuando juntamente a uma equipa de engenharia, buscando incorporar requisitos da Ergonomia, a fim de contribuir para a melhoria das condições do trabalho futuro realizado por meio de tal artefacto;
- Desenvolver um modelo conceptual da concepção ergonómica dos meios de trabalho, tendo como referência o conceito de atividade de trabalho, a partir de uma reflexão sobre

os métodos disponibilizados pela Ergonomia, assim como a experiência vivenciada na participação do projeto citado.

É oportuno ressaltar que algumas das perguntas de investigação e objetivos apresentados não foram alcançados, ou somente parcialmente alcançados na investigação. Entretanto, optamos por mantê-los aqui descritos conforme foram inicialmente planejados, pois acreditamos que são fundamentais para esclarecer nossas motivações iniciais enquanto investigadores, e os caminhos possíveis de serem percorridos durante uma investigação mediante os desafios e dificuldades vivenciados. Apresentamos algumas reflexões sobre essa questão nos Capítulos 9, 10 e 11.

1.5. Organização da Tese

A tese divide-se em quatro partes. Como o desenvolvimento desta investigação fundamenta-se a partir de dois conceitos centrais (a atividade⁵ e a concepção), alguns capítulos dessa tese estão mais direcionados para um desses conceitos, enquanto outros abordam a sua integração. Ilustramos essa organização na Figura 1.

Na Parte I, começando por este capítulo, apresentamos as considerações iniciais da investigação. No Capítulo 2, descrevemos o desenho da investigação conforme inicialmente planejado e apresentamos uma breve revisão dos pressupostos filosóficos e conceitos metodológicos utilizados. Em seguida, no Capítulo 3, explicitamos melhor a problemática que motivou o desenvolvimento da investigação, ou seja, a incompatibilidade entre artefactos, pessoas e uso, e as hipóteses que justificam tal problema.

⁵ Conforme conceptualizada no quadro teórico da Ergonomia da Atividade.

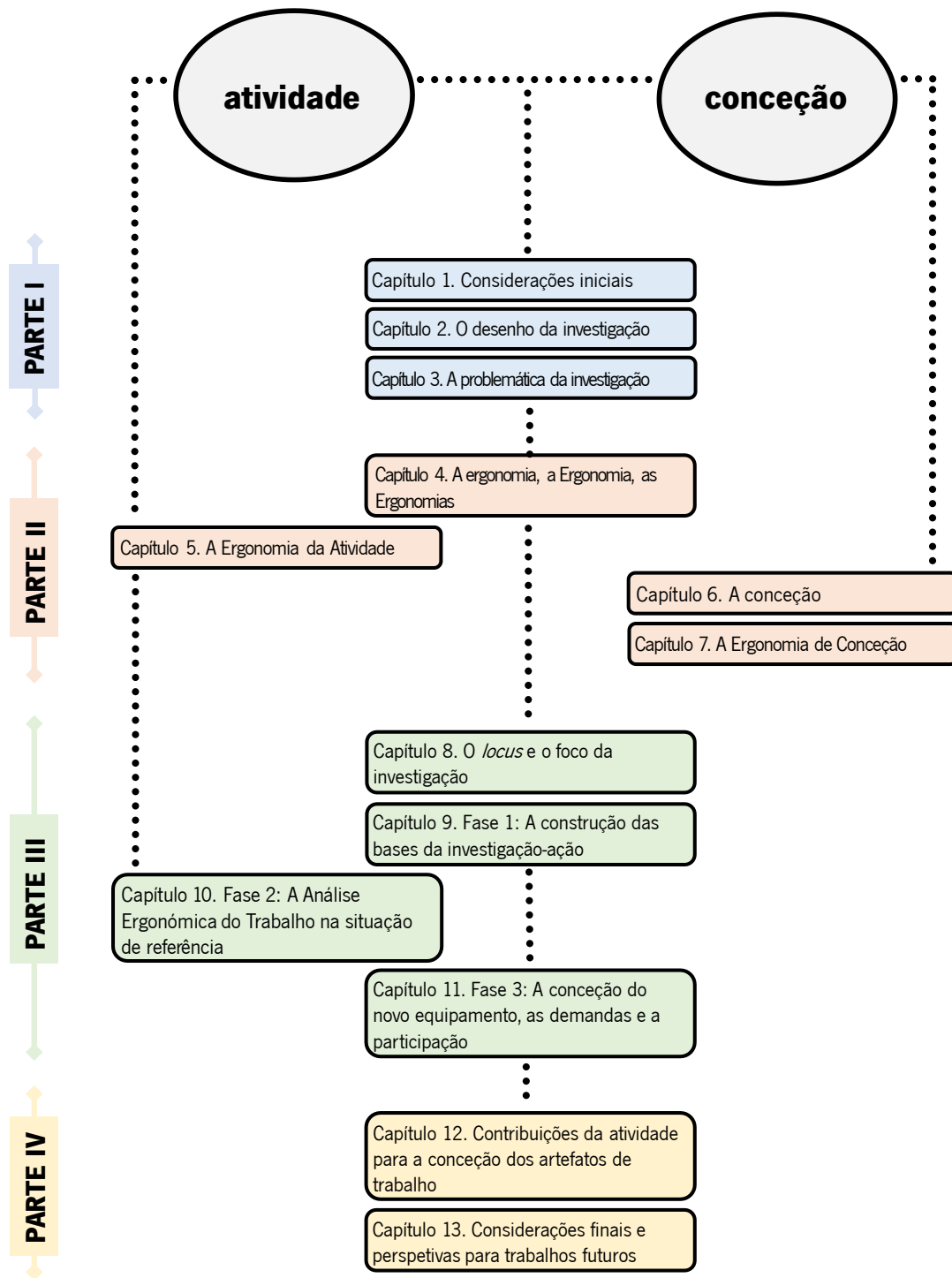


Figura 1 – Organização da tese.

A Parte II foca-se na revisão de literatura e no enquadramento teórico-metodológico. No Capítulo 4 (A ergonomia, a Ergonomia e as Ergonomias) apresentamos, inicialmente, uma revisão a respeito da constituição histórica da Ergonomia, desde quando assumia a forma de um princípio empírico norteador da criação dos artefactos pelo ser humano. Em seguida, citamos a sua constituição enquanto uma ciência e suas ramificações, e apresentamos sua definição e

caracterização contemporânea. No Capítulo 5, enfatizamos a corrente da Ergonomia que constitui o nosso principal referencial teórico, denominada Ergonomia da Atividade. Apresentamos seus conceitos centrais e descrevemos o método da Análise Ergonómica do Trabalho. No Capítulo 6 nos dedicamos a definir e conceptualizar a conceção, e citamos ainda algumas de suas teorias e métodos. Já no sétimo capítulo apresentamos o quadro teórico específico da Ergonomia de Conceção, e descrevemos o método da Abordagem da Atividade Futura.

A Parte III descreve a etapa de campo da investigação. No Capítulo 8 caracterizamos a empresa de forma geral e o contexto económico quando do início da investigação, com a ampliação de sua unidade fabril. Ainda nesse capítulo, descrevemos o processo e o equipamento que constituem o objeto foco da investigação-ação. Nos capítulos subsequentes – Capítulos 9, 10 e 11 descrevemos, cronologicamente, o desenvolvimento da investigação. Relatamos a nossa trajetória metodológica, ou seja, aquilo que realmente foi feito e como foi feito, os dados recolhidos e as etapas desenvolvidas em cada fase. Em cada um desses capítulos refletimos sobre as questões, dificuldades e desafios vivenciados, assim como a nossa capacidade de agir dentro do contexto no qual desenvolvemos a etapa de campo da investigação.

Assim, no Capítulo 9 descrevemos a primeira fase, desde a busca por uma empresa na qual fosse possível desenvolver a investigação, as reuniões iniciais de negociação com a empresa e definição do objeto de estudo. No Capítulo 10 relatamos a segunda fase, centrada no desenvolvimento da Análise Ergonómica do Trabalho numa situação de referência existente na própria empresa. No Capítulo 11, descrevemos a terceira fase, focada na geração de critérios e requisitos ergonómicos para a conceção, assim como na promoção da participação de outros atores na conceção. Relatamos também como etapa de campo da a investigação de campo evoluiu, e como foi interrompida antes do previsto.

Em seguida, apresentamos a Parte IV, composta por dois capítulos. No Capítulo 12, trazemos algumas reflexões sobre as contribuições da Ergonomia, e mais especificamente, da atividade de trabalho, como fonte para a renovação da conceção dos artefactos de trabalho. Finalizamos a tese apresentando as Considerações Finais sobre o papel da Ergonomia para a conceção, sobre a própria atividade de investigação e apontamos perspectivas para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2. O DESENHO DA INVESTIGAÇÃO E CONCEITOS METODOLÓGICOS FUNDAMENTAIS

“Se queres compreender um sistema procura mudá-lo”.

Kurt Lewin

Neste capítulo, apresentamos o desenho da investigação, assim como alguns conceitos e pressupostos metodológicos utilizados como base⁶. Utilizando como referência a representação da “cebola da investigação” proposta por Saunders, Lewis e Thornhill (2003), ilustramos na Figura 2 o desenho da investigação, baseado em: uma abordagem qualitativa, uma lógica indutiva, uma estratégia de investigação-ação e uma recolha de dados a partir de vários métodos.



Figura 2 – Desenho da investigação.

Ao longo do capítulo, descrevemos cada uma dessas características e finalizamos o capítulo apresentando as etapas previstas para o desenvolvimento da investigação. É importante ressaltar que neste capítulo apresentamos o desenho da investigação conforme inicialmente planeado. Conforme mencionamos, aquilo que realmente foi feito é apresentado nos Capítulos 9, 10 e 11, nos quais descrevemos cada uma das etapas da investigação de campo.

2.1. Abordagem Qualitativa

Nesta investigação, adotamos uma abordagem qualitativa. Apesar deste tipo de abordagem ter surgido baseado em métodos das Ciências Sociais, principalmente no seio da Antropologia e da Sociologia, apresentou um considerável crescimento a partir da década de 1970 e ganhou espaço

⁶ Fazemos uma revisão desses conceitos por entendermos que a maioria deles não são comumente utilizados dentro no ensino e investigações da Engenharia e estarem mais associados às metodologias de investigação utilizadas nas Ciências Humanas e Sociais.

em áreas como a Psicologia, a Educação e a Gestão. Na Engenharia, a abordagem qualitativa tem vindo a conquistar um espaço notável, principalmente na Engenharia de Produção. Apesar de enfrentar preconceitos por parte da comunidade científica, principalmente no que concerne o mérito, o rigor científico e a validação da investigação, a abordagem qualitativa é hoje reconhecida como uma abordagem válida na produção de conhecimentos (Mello, Turrioni, Xavier e Campos, 2012). A abordagem qualitativa é indicada quando é necessário explorar um determinado problema ou questão num contexto específico. Caracteriza-se por ser "não estruturada, exploratória, baseada em pequenas amostras, que proporcionam *insights* e compreensão do contexto do problema" (Malhotra, 2002, p. 155).

As investigações de abordagem qualitativa apresentam características específicas distintas daquelas de abordagem quantitativa. Para Bryman (2012), o mais óbvio é que a investigação qualitativa tende a estar mais preocupada com as palavras do que com os números. Além disso, diferentemente da investigação quantitativa, na investigação qualitativa é fundamental que o investigador busque compreender os fenómenos observando-os, interpretando-os e descrevendo-os (Mello et al., 2012), e que atribua significado aos fenómenos que observa (Turrioni e Mello, 2012).

Creswell (2007) identifica algumas características comuns às investigações de abordagem qualitativa, conforme mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 – Características das investigações qualitativas (adaptado de Creswell, 2007, p. 38).

Local desenvolvimento	de As investigações de abordagem qualitativa ocorrem num ambiente natural. A recolha de dados é geralmente feita no campo, no local onde os participantes vivenciam a questão ou o problema que está sendo estudado. Ou seja, os indivíduos não são levados para um laboratório, uma situação artificial, controlada, e nem tampouco são enviados instrumentos para que os indivíduos completem, como, por exemplo, questionários. A informação é obtida falando diretamente com as pessoas e observando seus comportamentos e atos dentro do contexto no qual decorrem. Por isso, as interações entre o investigador e as pessoas investigadas são do tipo “cara a cara”.
------------------------------	---

Quadro 1 – Características das investigações qualitativas (adaptado de Creswell, 2007, p. 38) (continuação).

Questões interpretativas	A investigação qualitativa é uma forma de pesquisa em que os investigadores fazem uma interpretação do que eles veem, ouvem e entendem. As interpretações dos investigadores não são separadas da sua própria experiência, história, contexto e entendimentos anteriores. Depois do relatório de investigação ser emitido, os leitores fazem uma interpretação do estudo. Com os leitores, os participantes e os investigadores fazem uma interpretação, e pode-se ver como múltiplas visões do problema podem emergir.
O significado dos participantes	Em todo o processo de investigação qualitativa, os investigadores devem estar focados em aprender o significado que os participantes possuem sobre o problema ou a questão, e não o significado que os investigadores trazem para a investigação ou que estão escritos na literatura. O investigador deve dar um significado ou interpretar os fenómenos em termos do significado que as pessoas dão a eles.
Descrições holísticas	Os investigadores que tentam desenvolver uma visão complexa do problema ou questão em estudo. Isso envolve relatar as múltiplas perspetivas, identificar os diversos fatores envolvidos numa situação, e, geralmente, esboçar o amplo retrato que dela emerge. Os investigadores não buscam vincular relações estritas de causa e efeito entre os fatores, mas sim identificar as interações complexas dos fatores em qualquer situação.
“Lentes teóricas”	Os investigadores fazem uso de algumas “lentes teóricas”, tais como os conceitos de cultura – central para a etnografia, ou ainda questões de género, racial e diferença de classes. Algumas vezes, o estudo pode ser organizado em torno da identificação do contexto social, político ou histórico do problema em estudo.
Investigador como instrumento-chave	A recolha de dados é feita pessoalmente pelo próprio investigador, através do exame de documentos, observação de comportamentos e entrevistas aos participantes. Podem ser utilizados protocolos – instrumentos para a recolha de dados – mas os investigadores são aqueles que na verdade reúnem as informações. Geralmente não usam ou não confiam nos questionários ou instrumentos desenvolvidos por outros investigadores. Por isso, o investigador ocupa uma posição chave na recolha de dados.
Fontes de dados	Na investigação qualitativa, as fontes de dados são geralmente múltiplas. Ao invés de basear em somente um tipo de técnica de recolha de dados, os investigadores da abordagem qualitativa tipicamente utilizam várias fontes para proceder a recolha de dados, como: entrevistas, observações, consulta de documentos, etc. Após a recolha, os dados são revistos e interpretados, organizados em categorias ou temas que são transversais a todas as fontes.

Quadro 1 – Características das investigações qualitativas (adaptado de Creswell, 2007, p. 38)
(continuação).

Desenho emergente	O desenho de uma investigação de abordagem qualitativa é emergente. Isso significa que o plano inicial da investigação não pode ser fortemente prescrito, e que todas as fases do processo podem alterar ou variar assim que o investigador entra em campo e começa a recolher os dados. Por exemplo, as questões podem mudar, as formas de recolha de dados podem alterar-se, e os indivíduos estudados e os locais visitados podem se modificados. A ideia central por detrás da abordagem qualitativa é aprender sobre o problema ou questão a partir dos participantes e dirigir a investigação para obter tal informação.
--------------------------	--

Além disso, a condução de uma investigação do tipo qualitativa parte do princípio de que alguns pressupostos filosóficos sejam assumidos pelo investigador. Segundo Creswell (2007), a escolha de tais pressupostos possui implicações em termos práticos tanto para o desenho quanto para a condução da investigação. Apresentamos no Quadro 2, cada um dos cinco pressupostos filosóficos da investigação científica descritos pelo autor, destacando como eles são assumidos na abordagem qualitativa.

Quadro 2 – Pressupostos filosóficos das investigações qualitativas (adaptado de Creswell, 2007, p. 17).

Pressuposto ontológico	Se encontra relacionado com a natureza da realidade e as suas características. Assume-se na investigação qualitativa que a realidade possui uma natureza subjetiva e múltipla. Por isso, privilegia-se o uso de citações e temas de acordo com as palavras dos participantes, e apresenta-se diversas perspetivas sobre uma mesma realidade.
Pressuposto epistemológico	Se refere à relação que o investigador estabelece com aquilo que está sendo investigado. Geralmente, o investigador tenta diminuir a distância entre si próprio e aquilo que está sendo investigado, estabelecendo uma relação de proximidade. Baseado em tal pressuposto, o investigador tenta aproximar-se daquilo que investiga, colaborando, gastando tempo no campo com os participantes e se tornando um “membro do grupo” ⁷ .
Pressuposto axiológico	Diz respeito ao papel que os valores assumem na investigação. Assume-se aqui que a investigação é carregada de valores, sejam estes os valores dos participantes ou do investigador. Assume-se que os valores modelam a narrativa e que estes devem ser abertamente discutidos. Assume-se abertamente a existência de um viés na investigação.

⁷ No original, “insider”.

Quadro 2 – Pressupostos filosóficos das investigações qualitativas (adaptado de Creswell, 2007, p. 17) (continuação).

Pressuposto retórico	Se refere à linguagem adotada na investigação. Geralmente o investigador escreve de forma literária, usando um estilo informal, voz em primeira pessoa, termos qualitativos e definições limitadas. Investigações qualitativas podem contar histórias com começo, meio e fim, algumas vezes em termos cronológicos. Comumente possuem extensas seções com definições de termos, porque os termos definidos pelos participantes são de extrema importância.
Pressuposto metodológico	Se relaciona com os métodos utilizados na investigação. Assume-se na abordagem qualitativa a preferência por uma lógica indutiva, o estudo de um tópico dentro de seu contexto e um desenho de investigação flexível. Isso significa que os investigadores lidam com detalhes antes de generalizações, descrevem em minúcias o contexto do estudo, e continuamente revisam as questões a partir das experiências de campo.

Ainda em relação ao posicionamento filosófico, Bryman (2012) aponta que numa investigação qualitativa, assume-se

uma visão indutiva das relações entre teoria e investigação, pelo que a teoria é formada a partir da investigação; uma posição epistemológica descrita como interpretativista, significando que, em contraste com a adoção de um modelo científico naturalístico da investigação quantitativa, o realce está no entendimento do mundo social através do exame e interpretação do mundo pelos seus participantes; e uma posição ontológica descrita como construtivista, o que implica que as propriedades sociais são produtos das interações entre indivíduos, ao invés de fenómenos “externos” e separados daqueles envolvidos em sua construção. (p. 380)

2.2. Lógica Indutiva

Apesar das investigações de abordagem qualitativa poderem ser conduzidas tanto a partir de lógicas indutivas quanto dedutivas, a lógica indutiva costuma ser a mais utilizada. Ao contrário da lógica dedutiva, na qual se desenvolve a teoria e as suas hipóteses e se desenha a investigação para testar essas hipóteses, na lógica indutiva parte-se da recolha de dados e posteriormente se desenvolve uma teoria como resultado da análise dos dados. Dessa forma, na indução parte-se de dados particulares, obtidos geralmente por observação, e a partir daí, infere-se leis e teorias, ou uma verdade geral ou universal não contida nas partes examinadas. Ou seja, a teoria é construída a partir dos dados em que se baseia. A lógica indutiva é geralmente baseada em evidências empíricas. Porém, é importante ressaltar que os dados por si não constituem teoria: os dados

sustentam a teoria e não a substituem. Como citam Sutton e Staw (1995), os dados descrevem padrões empíricos, a teoria explica porque os padrões foram observados e como devem comportar-se. Dessa forma, o objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que as premissas nas quais se basearam.

Para Creswell (2007) "a lógica indutiva implica a construção de padrões, categorias e temas de 'baixo para cima', organizando dados em unidades de informação cada vez mais abstratas" (p. 37). Esse processo indutivo obriga que os investigadores procedam um movimento de avanço e recuo entre os temas e os dados até que seja estabelecido um conjunto de temas compreensíveis, sendo que também pode envolver a colaboração com os participantes de forma interativa, e, portanto, há chance que os temas ou abstrações surjam desse processo (Creswell, 2007).

O desenvolvimento de uma investigação a partir de uma lógica indutiva é comumente mais prolongado. Muitas vezes, compreendem um período muito longo de recolha e análise de dados, em que as ideias têm de emergir gradualmente. Isso leva a uma consideração importante para a investigação indutiva: o risco assumido pelo investigador. Conforme afirma Creswell (2007) com a indução é preciso viver constantemente com o medo de que padrões de dados úteis e teoria possam não emergir.

2.3. Estratégia de Investigação-Ação

Para além de uma abordagem qualitativa e de uma lógica indutiva, planeamos utilizar uma estratégia de investigação-ação, o que nos permitiria alcançar um dos objetivos planeados: a participação num projeto real de conceção, reconceção ou adaptação de um artefacto de trabalho.

O psicólogo social Kurt Lewin é considerado como o que esteve na origem desta estratégia, dado que foi o primeiro a ter utilizado a expressão *Action Research*, ainda nos anos 1940, para caracterizar as experimentações que realizava na ação (Dolbec, 2003). Alguns autores (Kemmis e McTaggart, 2005; Reason e Bradbury, 2001a) apontam que tais experimentos de cunho sociotécnico iniciaram-se no Instituto Tavistock⁸, e foram empregues nas práticas de democracia social e mudança organizacional. Em seguida, desenvolveu-se como uma estratégia de investigação nas Ciências Sociais, mais especificamente na Educação, a partir da observação da distância entre a geração de conhecimento e as práticas educacionais. Atualmente, reconhece-se

⁸ O Instituto Tavistock de Relações Humanas é uma instituição de caridade de origem britânica, fundada na década de 1940 e dedicada ao estudo e investigação em Ciências Sociais e Psicologia aplicada.

que a investigação-ação tem uma história extensiva em muitas áreas da prática social (Kemmis e McTaggart, 2005).

A motivação para o desenvolvimento dessa estratégia de investigação foi, conforme Dolbec (2003), o facto da experiência demonstrar que existe sempre um "fosso entre os investigadores e os que estão implicados no fogo da ação" (p. 483). Para além da distância entre a geração do conhecimento e as práticas, a investigação-ação surge como uma estratégia que questiona a imediata "acionabilidade" do conhecimento, ou seja, de que basta um conhecimento ser gerado para que este possa ser aplicado. Dolbec (2003) relembra que a investigação-ação se desenvolveu como uma alternativa às formas tradicionais de investigação, que postulam que "o saber gerado pela investigação é suficiente para produzir a mudança" (p. 483).

Reason e Bradbury (2001a) entendem a investigação-ação como sendo uma prática para o desenvolvimento sistemático do saber e do conhecimento baseado numa forma bastante diferente da investigação académica tradicional: possui objetivos diferentes, é baseada em diferentes relações, e tem diferentes formas de gerar conhecimento e sua relação com a prática. Trata-se, portanto, de "uma forma investigação participativa, experimental, fundamentada na experiência e orientada para a ação" (Reason e Bradbury, 2001b, p.xxiii).

2.3.1. OS OBJETIVOS E A VISÃO DO MUNDO NA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO

Dos questionamentos e mudanças propostos pela investigação-ação, Dolbec (2003) ressalta que "ao contrário de outras estratégias de investigação, nas quais o investigador visa a objetividade ou a neutralidade, este tipo de investigação toma como objetivo influenciar diretamente o mundo da prática" (p. 483). Assim, a principal mudança promovida por esta estratégia de investigação relaciona-se com a forma como se dá a produção dos conhecimentos, uma vez que ela visa "produzir conhecimentos a partir de uma investigação que tem lugar na ação" (Dolbec, 2003, p. 485). A investigação-ação nasce de uma visão de mundo emergente, que tem sido descrita como sistémica, holística, relacional, feminina, experimental (Reason e Bradbury, 2001a), amplamente influenciada pela teoria *habermesiana* (Kemmis e McTaggart, 2005).

A investigação-ação é vista como um instrumento de mudança institucional e social (Dolbec, 2003), mas também visa a produção de conhecimentos gerados a partir da ação. Por isso, possui um duplo objetivo: promover uma ação direta sobre uma determinada situação, e refletir sobre a ação conduzida.

De acordo com Reason e Bradbury (2001a), a sua característica primordial é a participação:

Nosso mundo não consiste de coisas separadas, mas de relações nas quais nós somos coautores. Nós participamos no nosso mundo, de modo que a “realidade” que experimentamos é uma co-criação que envolve a doação primitiva do cosmos e o sentimento e construção humana. (p. 7b)

Para Kemmis e McTaggart (2005) é uma estratégia que permite o “empoderamento”. Ainda para Reason e Bradbury (2001a), a participação é um paradigma mais adequado e criativo para os tempos atuais, e integra tanto o positivismo dos tempos modernos quanto as alternativas desconstrutivistas pós-modernas. Para os mesmos autores,

ela segue o positivismo em argumentar que há uma realidade “real”, uma doação primitiva do ser (do qual partilhamos) e também se baseia na perspectiva construtivista ao reconhecer que, à medida que tentamos articular isso, entramos no mundo da linguagem humana e da expressão cultural. (Reason e Bradbury, 2001a, p. 7)

Essa abordagem participativa solicita que o investigador seja tanto situado como reflexivo, que seja explícito sobre a perspectiva pela qual o conhecimento é criado, para ver a investigação como um processo de vir a conhecer, e servir ao *ethos* democrático e prático da investigação-ação (Reason e Bradbury, 2001a).

2.3.2. A INVESTIGAÇÃO-AÇÃO COMO UMA ESTRATÉGIA METODOLÓGICA DA ERGONOMIA DA ATIVIDADE

Definida a abordagem, a lógica e a estratégia da investigação, passamos ao nível dos métodos, técnicas e ferramentas planejados para o desenvolvimento da investigação. Nesse aspeto, saímos do quadro genérico das Metodologias de Investigação, e adentramos no quadro específico da Ergonomia da Atividade e da Ergonomia de Conceção, nossos referenciais metodológicos centrais.

Pizo e Menegon (2010) afirmam que a investigação-ação e a Análise Ergonómica do trabalho carregam muitas semelhanças em seus procedimentos e propostas, e que exista uma “provável indissociabilidade” entre elas, apesar da última possuir o objetivo particular de transformar o trabalho. Para os autores, a “Análise Ergonómica do Trabalho tem forte semelhança com as características e preocupações relacionadas à investigação-ação” (Pizo e Menegon, 2010, p. 667), e entendem que ambos são métodos de investigação. Distintamente, entendemos que a

⁹ No original, “pesquisa-ação”.

investigação-ação constitui uma estratégia de investigação, enquanto a Análise Ergonómica do Trabalho é um método. Logo, enquanto uma estratégia, é cabível de acomodar diversos métodos.

Além disso, a estratégia de investigação-ação está diretamente relacionada à vontade de transformação da Ergonomia, que busca agir ou intervir nas realidades. Por isso, a dupla intenção da investigação-ação se tornou uma tradição nas ações da Ergonomia da Atividade. Assim, em nossa perspectiva, não se trata de uma rutura ou de um paralelismo, mas de uma continuidade, visto que a abordagem qualitativa, a lógica indutiva, assim como a estratégia de investigação-ação, são amplamente empregadas nas investigações desenvolvidas na Ergonomia da Atividade.

2.4. Métodos, Técnicas e Ferramentas de Recolha e Análise de Dados

Dois foram os métodos planeados para a investigação: a Abordagem da Atividade Futura – AAF (Daniellou, 2007; Daniellou e Garrigou, 1992), e a Análise Ergonómica do Trabalho – AET (Guérin, Laville, Daniellou, Duraffourg e Kerguelen, 2001; Wisner, 1987). Neste capítulo não iremos descrevê-los, pois julgamos ser ainda precoce fazê-lo. Optamos por apresentá-los em capítulos seguintes¹⁰, onde também apresentamos os referenciais teóricos que os servem de sustentação.

2.5. Etapas Previstas para a Investigação

Expostos os pressupostos filosóficos, a abordagem e a estratégia que serviram de suporte para a presente investigação, descrevemos a seguir as etapas previstas para o seu desenvolvimento, enquadrando-as com a problemática da investigação, assim como às perguntas de investigação e os objetivos planeados.

A primeira etapa da investigação centrar-se-ia na revisão de literatura. Planeamos realizar um levantamento das principais teorias e métodos de projeto. Daríamos ênfase também na revisão teórica da concepção a partir do ponto de vista da Ergonomia, e buscaríamos nos aprofundar nas teorias e nos métodos desenvolvidos pela Ergonomia para a concepção dos artefactos e sistemas de trabalho.

Já a segunda etapa estaria centrada na investigação de campo. Iniciaríamos com a busca por uma empresa na qual houvesse em desenvolvimento algum projeto de concepção, reconcepção ou

¹⁰ Descrevemos o método da Análise Ergonómica do Trabalho no Capítulo 5 e o método da Abordagem da Atividade Futura no Capítulo 7.

adequação¹¹ de algum artefacto de trabalho. Uma vez definido o campo e o objeto de estudo, teria início a nossa participação. Desejávamos acompanhar o desenvolvimento do projeto em tempo real, para que pudéssemos participar ativamente nas decisões juntamente com a equipa de engenharia responsável. Assim, prevíamos que a segunda etapa fosse composta das seguintes fases:

- Fase 1: busca por projetos de conceção de uma máquina, ferramenta, equipamento ou posto de trabalho, em algum contexto real de trabalho. A partir dos projetos identificados, seria feita a escolha de um deles, tendo como critério central a viabilidade técnica e temporal de contribuir para o mesmo;
- Fase 2: busca por um objeto semelhante a aquele escolhido, que funcionaria como uma situação de referência, de acordo com o método da AAF (Daniellou, 2007; Daniellou e Garrigou, 1992). Ainda nessa fase, seria feita a análise do trabalho na situação de referência, aplicando o método da AET (Guérin et al., 2001; Wisner, 1987);
- Fase 3: participação no desenvolvimento do projeto, juntamente da equipa responsável, construindo novos pontos de vista sobre o trabalho a partir da análise realizada na situação de referência, de forma a gerar e fornecer novos critérios e requisitos para o projeto.

Para a terceira e última etapa da investigação, tencionamos confrontar a teoria existente e a prática vivenciada em campo. Almejávamos refletir sobre aquilo que concerne a integração e o papel do ergonomista nas equipas de engenharia e nas distintas etapas do processo de conceção. Dessa reflexão, planeamos desenvolver um modelo conceptual para a conceção ergonómica a partir da articulação entre os métodos da Ergonomia e os resultados alcançados no desenvolvimento da investigação de campo.

Breve Síntese do Capítulo

No presente capítulo apresentamos brevemente uma revisão da literatura sobre as bases metodológicas assumidas na investigação. Citamos as principais características das investigações de abordagem qualitativa e os seus pressupostos filosóficos. Explicitamos a lógica de investigação indutiva e a estratégia de investigação-ação. Finalizamos o capítulo descrevendo as etapas da investigação conforme inicialmente planeadas.

¹¹ A partir daqui, utilizamos somente o termo conceção, e assumimos que ele envolve também instâncias onde ocorre uma reconceção ou uma adequação de um artefacto.

CAPÍTULO 3. A PROBLEMÁTICA DA INVESTIGAÇÃO: A INCOMPATIBILIDADE ENTRE OS ARTEFACTOS, AS PESSOAS E O USO

"É a diluição dos rígidos contornos entre o que é científico e o que é humanístico que hoje se impõe (sem, obviamente, retirar a autonomia inerente a cada âmbito)."

Maria José Cautista, 1988

Neste capítulo apresentamos a problemática que motivou a investigação: a incompatibilidade entre os artefactos, as pessoas e as necessidades de uso. Iniciamos descrevendo a importância da criação dos artefactos para o ser humano e, seguidamente, relacionamos tal problema com a conceção. Finalizamos o capítulo citando algumas hipóteses que visam justificar as origens de tal problemática.

3.1. O Ser Humano e os Artefactos

Na contemporaneidade, lidamos quotidianamente com uma miríade de artefactos. Simon (1981) afirma que "o mundo em que vivemos hoje é muito mais artificial, fabricado pelo Homem, que natural. Quase todos os elementos do nosso ambiente mostram provas do artifício humano" (p. 23). Hekkert e Schifferstein (2009) afirmam que

as pessoas vivem num mundo no qual estão cercadas de artefactos e serviços, produtos que são criados por (outras) pessoas para servir a alguns propósitos: ir de um lugar a outro, limpar a casa, cozinhar, alimentar e se proteger, contactar alguém, se divertir, encontrar informações, e assim por diante. (p. 1)

Mas a criação de artefactos acompanha a nossa história, e desde o Homem primitivo, a ação humana foi quase sempre realizada com a ajuda de instrumentos e objetos materiais. Argumenta-se que é justamente a capacidade do ser humano de criar e utilizar artefactos para transformar o meio o que define a nossa espécie. Na opinião de Arendt (2001), a noção do *homo faber*, aquele que tem a capacidade de fabricar utensílios que transformam a natureza, associa-se à do *homo sapiens* para retratar dois aspetos inseparáveis da mesma realidade humana: pensar e agir. Assim, o Homem é um ser técnico porque tem consciência, e tem consciência porque é capaz de agir e transformar a realidade (Arendt, 2001). Flusser (2010) cita que o nome atual que

a taxinomia zoológica atribui à nossa espécie – *homo sapiens sapiens* – exprime a opinião de que nos distinguimos dos hominídeos que nos precederam por uma dose dupla de sabedoria, ... [enquanto que] a designação *homo faber*, que é menos zoológica e mais

antropológica, é também menos ideológica. Significa que pertencemos ao tipo de antropóides que produzem (*fabrizieren*) alguma coisa. (p. 39)

A noção de *homo habilis* também expressa a capacidade humana, ou ainda sua habilidade, em transformar o meio, e nela impinge-se o aspeto de que os artefactos carregam mais do que matéria.

Independente da designação atribuída à nossa espécie, é inegável afirmar que a criação e utilização de artefactos permitiram ao Homem transformar o meio e atender a diferentes necessidades, afinal, “o que o ser humano vem fazendo ao longo de sua evolução nada mais é do que transformar recursos materiais em artefactos para atender suas necessidades” (Bouffleur, 2006, p. 119). Estas necessidades estão intimamente ligadas com o momento histórico, pois “tal como os objetivos do Homem mudam, assim mudam os artefactos – e vice-versa” (Simon, 1981, p. 24). Na visão de Romeiro Filho (2006):

melhores ferramentas, melhores instrumentos, melhores resultados, melhor qualidade de vida. A evolução da civilização acaba por trazer modificações ao modo de vida ... e aos diversos tipos de necessidade associados a formas de organização social cada vez mais complexas. (p. 12)

Associado às constantes mudanças das necessidades humanas ao longo do tempo, o ciclo de criação de artefactos parece seguir uma mesma lógica – incremental e unidirecional. Diamond (1999) refere que a tecnologia segue um padrão cumulativo e autocatalítico de desenvolvimento: cada técnica gera uma miríade de benefícios que por sua vez geram a aplicabilidade de novas tecnologias anteriormente não aplicáveis. Desse padrão, observamos a importância que os artefactos passaram a exercer sobre as sociedades. Como aponta Masino (2011), “em nossa sociedade, o uso de artefactos aumenta rapidamente em importância e em difusão, assim como a sua sofisticação” (p. 190).

Além disso, Bouffleur (2006) cita que, ao analisarmos a pluralidade de artefactos existentes, podemos notar que “estes podem revelar muitas informações sobre a forma como foram constituídos – os procedimentos usados, os objetivos investidos, além de representar ideias e significados” (p. 21).

3.2. As Relações Homem-máquina: Três Abordagens

Para além do reconhecimento da importância dos artefactos para a sociedade, têm-se buscado compreender como o Homem se relaciona com estes, e os estudos da Ergonomia contribuíram

muito para difundir o interesse pelo estudo dessa relação (Leplat e Cuny, 1983). Segundo Folcher e Rabardel (2007),

no campo pluridisciplinar abrangido pelas relações que os homens entretêm com as máquinas e os dispositivos técnicos, materiais ou simbólicos (artefatos), três tipos de abordagens principais podem ser distinguidas: aquelas centradas na interação entre o homem e a máquina (IHM), aquelas que consideram o homem e a máquina como um sistema engajado numa tarefa (SHM), e enfim as abordagens centradas na mediação da atividade pelo uso dos artefatos. (p. 207)

Em cada uma delas difere a definição e/ou conceituação do homem e da ação humana no interior dos dispositivos técnicos, as questões exploradas e a unidade de análise adotada, os critérios de análise e de ação privilegiada, e os panos de fundo teóricos mobilizados de maneira majoritária (Folcher e Rabardel, 2007).

A primeira abordagem, a da interação Homem-máquina, considera o Homem e os artefactos como duas entidades heterogêneas, em relação às quais cria-se um meio para sua interação, através de um dispositivo que é a interface (Folcher e Rabardel, 2007). A interação é definida como o processo de confrontação entre o Homem e a máquina; e a interface como o *hardware* e o *software* da máquina servindo para as trocas de informações com o usuário (Montmollin, 2007). Na visão de Leplat e Cuny (1983), tal campo de estudos centra-se no componente humano do sistema, encarando-a evidentemente através das suas relações com o outro componente. Nessa abordagem,

o usuário designa aquele, ou aquela, que põe o dispositivo para funcionar, o que diferencia de usuários e/ou sujeitos de experiências, aos quais se solicita que testem um dado dispositivo... [e o objetivo visado é a otimização da qualidade da interação homem-máquina, sendo que] os critérios de análise e ação ergonômica concernem à facilidade de aprendizagem, a qualidade das apresentações dos dados e dos meios de ação, a adaptação às diferenças individuais e a proteção contra os erros dos usuários. (Folcher e Rabardel, 2007, p. 208)

Assim, os quadros teóricos convocados são principalmente aqueles que permitem caracterizar as propriedades e os processos cognitivos do homem: a fisiologia e metrologia humana, psicofisiologia (percepção), psicologia cognitiva (recursos de atenção, planificação, memória...) (Folcher e Rabardel, 2007). Leplat e Cuny (1983) apontam que nessa abordagem, somos levados a estudar as características do Homem em relação às exigências da tarefa: “nível de conhecimento, de competência, de habilidade, atitude para com o trabalho, motivação, implicação no trabalho,

etc.” (p. 40). Dessa abordagem, formalizam-se recomendações para a conceção como aqueles apresentados por Lida (2005), entre outros.

Já na abordagem dos sistemas Homem-máquina, considera-se estes como dois componentes de um sistema funcional engajados em conjunto na realização de uma tarefa. Um sistema funcional é, nesse caso, definido como uma “combinação operatória de um ou mais homens que interagem com uma ou mais máquinas com o objetivo de atingir um fim, levando em conta um dado ambiente” (Folcher e Rabardel, 2007, p. 209). Interessa, portanto, analisar “em que medida a natureza desses instrumentos e as condições do seu emprego determinam os comportamentos, e como o operador utiliza esses instrumentos para atingir os seus objetivos” (Leplat e Cuny, 1983, p. 40). Nessa abordagem, destacam-se o interesse pela “acoplagem”, ou a interação ocorrida no interior do sistema funcional, das máquinas aos processos cognitivos daqueles que a utilizam, assim como o facto da tarefa ser considerada como do sistema como um todo (Folcher e Rabardel, 2007). Leplat e Cuny (1983) apontam que nesse campo de estudo privilegia-se a relação de interação no sistema, e interessa-se pelas incidências das características do meio de trabalho sobre o comportamento. Folcher e Rabardel (2007) notam que essa abordagem se desenvolve especialmente na gestão dos sistemas complexos e de alto risco, que buscam responder questões que dizem respeito à cooperação Homem-máquina e à alocação das tarefas entre cada um dos componentes do sistema, e, portanto, “os critérios de análise e ação privilegiados são relativos ao desempenho, segurança e confiabilidade do sistema homem-máquina, bem como à adequação ótima entre os componentes humanos e não-humanos” (Folcher e Rabardel, 2007, p. 209). Assim, mobilizam-se quadros teóricos dos trabalhos realizados nos campos da automação, da análise de sistemas e das ciências cognitivas, bem como das proposições desenvolvidas pelas teorias da atividade.

Uma terceira abordagem da relação Homem-máquina é denominada como “atividade mediada”. Nessa abordagem, os artefactos já são vistos como objetos culturais, que “transforma as relações do sujeito com o mundo, as funções psicológicas, e condiciona seu desenvolvimento”¹² (Folcher e Rabardel, 2007, p. 209). Nessa perspectiva, Bouffleur (2006) defende que toda relação material envolve sempre um processo de significação, em que se dá significado aos objetos. Bodker (1989

¹² A ideia de mediação é derivada da teoria historicosociocultural desenvolvida por Vigotsky.

citado por Béguin, 2007a) entende que uma atividade consiste em agir “através” de um instrumento. Logo, artefactos não devem somente ser analisados como “coisas”, mas também pela maneira através da qual eles mediam o uso, e portanto, um instrumento não pode ser reduzido a um artefacto físico ou simbólico. Distingue-se entre a noção de artefacto e de instrumento, sendo que são aqueles que utilizam que fazem com que o artefacto tenha o *status* de um instrumento (Béguin, 2007a). Ou seja, enquanto o artefacto é o objeto em si, o instrumento é o artefacto em situação de uso. Béguin (2007a) cita como exemplo: “um martelo não é um instrumento por si só... um martelo é um artefacto. Para ser um instrumento, o sujeito (os usuários ou os trabalhadores) devem associar uma forma organizada de operações psicológicas e motoras ao artefacto” (p. 12). Logo, um instrumento é uma entidade mista (Béguin e Rabardel, 2000; Rabardel e Béguin, 2005), composta por dois tipos de componentes: o primeiro componente é psicológico e motor e advém do sujeito, que tem dimensões individuais, sociais e culturais, enquanto o segundo componente “artefactual” (que pode ser um artefacto, a parte de um artefacto, ou um conjunto de artefactos), que pode ser material ou simbólico (Béguin, 2007a). De acordo com Folcher e Rabardel (2007), as questões exploradas nessa abordagem

procuram por um lado, compreender a natureza e a dimensão das transformações das tarefas e atividades no uso dos artefatos e, por outro, apreender as modalidades do desenvolvimento dos indivíduos através dos processos de apropriação (desenvolvimento de recursos para a ação, desenvolvimento de competências). (p. 210)

Dessa abordagem advém a noção de que a concepção permanece durante o uso do artefacto¹³.

3.3. O Problema da Incompatibilidade

Se apesar de, cada vez com mais frequência, lidarmos com uma diversidade de artefactos, nem sempre nossa relação e interação com eles é amistosa. Muitas vezes experimentamos dificuldades de operação em artefactos que muitas vezes são inadequados às nossas dimensões antropométricas, necessitamos aprender lógicas subjacentes e memorizarmos sequências de uso. Disso, precisamos buscar soluções para as dificuldades de utilizarmos os artefactos que temos à nossa disposição.

Contudo, nem sempre reconhecemos vivenciar tal problema. Norman (2002) questiona por que motivos nós amamos ou odiamos as coisas do nosso dia a dia e observa uma “frustração

¹³ Conforme explicitamos mais detalhadamente no Capítulo 6.

escondida, oculta em relação às coisas que fazem parte do nosso quotidiano" (p. viii). Vicente (2005) afirma que "mesmo no contexto relativamente benigno das nossas tarefas cotidianas, esse padrão já está criando efeitos disfuncionais. Ele conduz à falha humana, à raiva e à frustração" (p. 28). Para Hekkert e Schifferstein (2009) a nossa interação, empatia ou não com os produtos, vem da experiência que usufruímos por meio da relação que criamos com estes:

não obstante, o fato de que a forma com que as pessoas interagem com um produto é claramente dependente do produto, e elas sempre usam seus sentidos para percebê-lo, usam os seus sistemas motores e os seus conhecimentos para operar ou se comunicarem com ele, e durante a interação processam a informação que percebem, podem experimentar uma ou mais emoções, e são suscetíveis de avaliar afetivamente o produto. (p. 1)

Ainda, quando as expectativas dos usuários não são atendidas, esses podem ficar frustrados, sendo incapazes de completar uma tarefa simples (Abrás, Maloney-Krichmar e Preece, 2004).

Porém, sentimentos desagradáveis ou a necessidade de nos adaptarmos aos artefactos não são os únicos efeitos disfuncionais das tecnologias mal-adaptadas, e a importância de se pensar tal questão não decorre somente do conforto ou da usabilidade. Ironicamente, Vicente (2005) afirma que "o impacto negativo da tecnologia sobre a sociedade contemporânea vai muito além das frustrações causadas pela miríade de engenhocas pouco-amigáveis-com-o-usuário que nos cercam no mundo moderno" (p. 13). Ou seja, quando a "coisa técnica" é complexa demais para ser manipulada pelas pessoas, na melhor das hipóteses, cria confusão, e na pior, tem consequências potencialmente devastadoras (Vicente, 2005). De facto, a incompatibilidade entre pessoas e artefactos possui implicações mais amplas. No limite, produtos de má engenharia podem matar e mutilar (Pugh, 1994).

Em contextos produtivos industriais, tal problemática manifesta-se nos artefactos de trabalho que constituem as bases técnicas da produção, e são, portanto, utilizados para atingir os objetivos produtivos. Nesses casos, a incompatibilidade impacta tanto no desempenho e nos resultados dos sistemas produtivos, assim como nas próprias condições de saúde, de segurança e de bem-estar dos trabalhadores. Um sistema mal adaptado afeta a qualidade e a produtividade dos processos, associando-se ao desperdício de recursos, à dificuldade de assegurar a qualidade dos produtos, aos disfuncionamentos dos equipamentos, às dificuldades no arranque dos processos e ao retrabalho. Daniellou e Garrigou (1992) apontam que,

no início dos anos 1980, um grande número de investimentos industriais envolvendo a introdução de sistemas complexos automatizados trouxeram grandes dificuldades ou mesmo acabaram por fracassar. Os sintomas mais comuns dessas dificuldades foram atrasos nos arranques, baixas taxas de utilização dos equipamentos, flexibilidade insuficiente ou produção com baixa qualidade. (p. 55)

Já Duarte (2002a), ao analisar as indústrias de processos contínuos, aponta, por exemplo, os

diversos disfuncionamentos quando da partida das instalações¹⁴, o longo tempo gasto até a estabilização dos processos, a impossibilidade de fazer com que a carga efetivamente processada se aproxime da capacidade nominal definida em projeto e as dificuldades em assegurar a qualidade prevista. (p. 13)

E ressalta ainda que as consequências do problema da adaptação dos meios de trabalho podem levar a problemas de saúde e fadiga e aumento dos riscos de acidentes (Duarte, 2002a). De facto, como salienta Echternacht (2008), a relação trabalho e saúde não se encontra dissociada dos modos de produção.

Acidentes ampliados e grandes desastres também podem estar relacionados com tal problemática.

Vicente (2005) aponta que

infelizmente, esse padrão – tecnologia bem modelada para o mundo físico, mas excessivamente complexa para ser manejada por seres humanos – não se restringe a engenhocas da vida cotidiana (...), ele também é encontrado em setores tecnológicos maiores, de segurança crítica. E então, as falhas de funcionalidade podem ser letais. (p. 29)

Para Wisner (1994, p. 53), “o estudo aprofundado de várias catástrofes recentes permite compreender a situação real dos trabalhadores nas situações complexas e perigosas”. Sem dúvida, tal assunto é de interesse de diversos autores da Ergonomia, podendo se destacar, entre eles, os estudos do acidente de Bhopal (Montmollin, 1990; Wisner, 1994), de Three Miles Island (Daniellou, 1986; Montmollin, 1990; Wisner, 1994), de Tchernobyl (Munipov, 1991; Wisner, 1994), e da Challenger (Wisner, 1994).

¹⁴ Momento que caracteriza o início da produção de um equipamento ou unidade industrial.

3.3.1. A NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO: QUEM OU O QUÊ DEVE SE ADAPTAR?

Desde o seu surgimento, a Ergonomia reconhece a problemática da incompatibilidade entre pessoas, artefactos e necessidades de uso, tendo estruturado-se como uma ciência e disciplina dedicada a contribuir para sua resolução¹⁵. Uma questão epítome colocada pelos ergonomistas refletia sobre quem ou o quê deve se adaptar, ou seja: as pessoas devem se adaptar aos artefactos ou os artefactos devem ser adaptados às pessoas e às suas necessidades?

Esse questionamento confrontou o posicionamento vigente nos meados do século XX, que preconizava a adaptação do Homem à sua profissão¹⁶, assim como da contestação da lógica taylorista de defende que para cada trabalho há uma pessoa mais adaptada.

A resposta para tal questão, segundo Wisner (2004), originou duas abordagens diferentes: enquanto uma preconizava que a máquina deveria ser adaptada ao Homem¹⁷, uma outra abordagem defendeu a adaptação do trabalho ao Homem¹⁸. Independente das nuances de cada uma delas, os novos posicionamentos pretendiam modificar o papel do Homem de sempre adaptar-se. Nesse sentido, Abrahão, Silvino e Sarmet (2005) defendem que mesmo sendo indiscutíveis os benefícios da introdução tecnológica na sociedade, “é pertinente indagar se é possível que os progressos tecnológicos resultem em facilidades de uso, favorecendo a interação e evitando atribuir aos usuários a ‘eterna função de variável de ajustamento’” (p. 163). Ou seja, na busca de uma “adequação inelutável entre o homem e seus instrumentos técnicos e organizacionais, é o instrumento que deve ser adaptado ao Homem e definido por seus potenciais de desenvolvimento, e não o Homem adaptado ao instrumento” (Curie, 2004).

Assim, para a Ergonomia é, prioritariamente o trabalho, assim como os artefactos que constituem suas bases, que devem ser adaptados às pessoas, e não o contrário. Considera-se que a seleção das pessoas mais apropriadas ou o treinamento delas para se ajustarem ao sistema somente deve ser considerado quando o contrário (o ajuste do ambiente e de seus meios às pessoas) não for possível (Dul et al., 2012).

¹⁵ Explicitamos melhor o surgimento e desenvolvimento da Ergonomia no Capítulo 5.

¹⁶ Citada na obra de Bonnardel *L'adaptation de l'homme à son métier* (1947 citado por Falzon, 2007; 1943 citado por Wisner, 2004).

¹⁷ Como referido na obra de Faverge, Leplat e Guiguet – *L'adaptation de la machine à l'homme* (1958 citado por Falzon, 2007).

¹⁸ Essa segunda abordagem é evidenciada na definição de Ergonomia proposta pela SELF - Société d'Ergonomie de Langue Française, na década de 1970, como cita Falzon (2007): “A Ergonomia pode ser definida como a adaptação do trabalho ao homem ou, mais precisamente, como a aplicação de conhecimentos científicos relativos ao homem e necessários para conceber ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficácia” (p. 3).

3.3.2. A INCOMPATIBILIDADE E A ADAPTAÇÃO COMO UM PROBLEMA DE CONCEÇÃO

Atualmente, reconhece-se que a incompatibilidade entre um artefacto, as pessoas e suas necessidades não constitui exclusivamente um problema contido no contexto de utilização ou do próprio usuário, mas encontra-se também relacionado à concepção dos artefactos e tecnologias. Norman (2002) sugere que ao encontrar alguma dificuldade, “não se culpe: culpe o *designer*. É culpa da tecnologia, ou mais precisamente, do *design*”¹⁹ (p. x), e cita ainda que

os mesmos princípios que fazem coisas simples funcionarem bem ou mal se aplicam a operações mais complexas, incluindo aquelas em que vidas humanas estão em jogo. A maioria dos acidentes são atribuídos a erros humanos, mas em quase todos os casos, o erro humano foi o resultado direto do mau *design*. (Norman, 2002, p. viii)

Logo, seria possível afirmar que o problema da incompatibilidade estaria relacionado com a intenção daqueles que concebem as tecnologias? Apesar de Norman (2002) apontar que “alguns painéis de controlo de centrais elétricas parecem que foram deliberadamente concebidos para causar erros” (p. viii), para Vicente (2005), essa explicação seria dispensada: “os *designers* não constroem deliberadamente sistemas tecnológicos incontroláveis... estou certo de que eles tinham a melhor das intenções” (p. 41). Na opinião de Haslegrave e Holmes (1994), os *designers* e engenheiros também têm interesse em garantir a segurança, a função e a usabilidade de um produto.

De facto, a culpabilização é pouco eficaz para solucionar tal problemática além de limitada em termos da compreensão daquilo que está envolvido na criação de artefactos. O objetivo deve ser buscar caminhos que levem a um processo de concepção mais coerente, que seja capaz de criar artefactos mais adaptados às pessoas e às suas necessidades de uso e de trabalho. Na década de 1990, Suh (1990) afirmou que compreender a concepção era claramente um dos desafios intelectuais remanescentes no século XX, e que permaneceria para além como tal. Defendemos que, apesar de muitos avanços, constitui-se um debate ainda hoje atual.

3.3.3. AS CAUSAS DO PROBLEMA DA INCOMPATIBILIDADE

Diversas hipóteses justificam as origens e causas do problema da incompatibilidade entre os artefactos, as pessoas e o uso. Citamos a seguir algumas delas.

¹⁹ Apesar dos termos *design* e *designer* estarem incorporados à língua portuguesa, damos, ao longo do texto, preferência por utilizar concepção e projetista, respetivamente. Nos debruçamos sobre essas definições no Capítulo subsequente.

3.3.3.1. A Separação Conceção-Utilização e Prescrição-Execução

Da evolução e das mudanças nas formas de criação de artefactos, a rutura da unidade concepção-utilização é apontada como decisiva na relação das pessoas com os artefactos. Se inicialmente o ser humano criou os seus próprios utensílios e ferramentas para atender às suas próprias necessidades, com a fragmentação dessa unidade, as pessoas que concebem os artefactos não são necessariamente as mesmas que os utilizam. Nesse contexto, a atividade de concepção passou então a ser uma especialidade, um ofício, e dois mundos distintos teriam surgido: o mundo da concepção e o mundo da utilização.

Dentro dessa mesma perspetiva, aponta-se ainda outra rutura, já mais recente, entre aqueles que prescrevem o trabalho e aqueles que o executam. Essa rutura foi introduzida pela Organização Científica do Trabalho proposta por Taylor. De acordo com suas ideias, o estudo do trabalho exigia a separação rigorosa entre a preparação do trabalho (que devia ser efetuado seguindo o método científico) e a sua execução. Dessa perspetiva, o usuário, ou operador, é somente um executor, sendo o seu papel somente o de seguir etapas previamente determinadas pela direção das empresas, que deve responsabilizar-se por definir aquilo que anteriormente estava abandonado aos próprios operários (Vegara, 1974). De acordo com Montmollin (1990), foi Taylor que, “se não introduziu, pelo menos consagrou a distinção entre o técnico, o engenheiro e o cientista, supostamente apenas capazes de conceber e melhorar o trabalho, e o executante, a quem apenas se pede a participação enquanto objeto de análise” (p. 60). Assim, para Taylor (1967 citado por Vegara, 1974),

a ciência que explica e governa todos os actos de cada operário é de natureza tão elevada e exige tantos estudos, que o operário mais qualificado para efectuar praticamente o trabalho é incapaz de compreender essa ciência na sua profissão. (p. 18)

3.3.3.2. A Divisão do Conhecimento e a Complexificação dos Artefactos

Outra hipótese que justificaria o problema da adaptação das tecnologias às pessoas advém do desenvolvimento e organização do conhecimento humano. Para Vicente (2005) “o conhecimento científico hoje se divide em dois grandes grupos: as ciências humanas e as ciências tecnológicas” (p. 43). Apesar de não podermos ignorar a utilidade de tal desenvolvimento, pois propiciou ao pensamento humano um progresso bem significativo, tal especialização pagou um preço alto. Segundo Snow (1959 citado por Vicente, 2005),

a vida intelectual da sociedade ocidental está cada vez mais dividida em dois pólos - ciência e arte - e o abismo entre o pensamento técnico/analítico, de um lado, e o pensamento criativo/humanístico, do outro, já é tão profundo que os que estão em uma das culturas não conseguem falar com os que estão na outra. (p. 44)

Essa divisão do conhecimento teria por sua vez gerado aquilo que Vicente (2005) denomina como uma “cegueira disciplinar”, pois

nossos modos tradicionais de pensar ignoraram - e praticamente tornaram invisível - a relação entre as pessoas e a tecnologia.... Portanto, geralmente cabe aos magos (pessoas treinadas na visão de mundo ciclópica mecanicista, capazes de desenhar aviões, usinas elétricas, telefones celulares e outras maravilhas tecnológicas...) o encargo exclusivo do desenvolvimento tecnológico, porque nós não acreditamos que os humanistas, desafiados pela técnica, tenham alguma contribuição a dar. (Vicente, 2005, p. 45)

Disso, os problemas acabam por ser tratados a partir de uma abordagem reducionista, dividindo-os em partes menores e então estudando essas partes relativamente isoladas:

Tendemos a dividir o que sabemos em categorias, ou “silos”, definidos por fronteiras disciplinares rígidas, como física, biologia, química, psicologia, religião, arte. Essas categorias tradicionais de conhecimento nos permitem lidar com questões que, de outro modo, seriam inabordáveis. Em vez de tentar compreender o mundo como um todo, com cada um de seus espantosos detalhes, desenvolvemos uma abordagem como “divide e reine”. (Vicente, 2005, p. 42)

O mesmo é apontado por Vassão (2010): “para compreender o mundo, tendemos a reduzi-lo à sua representação, como um modo de poder vê-lo de maneira mais duradoura: que suas constantes mudanças sejam como que controladas, o Devir seja debelado” (p. 28). Para o autor, essa tendência reducionista acaba por nos convencer que o mundo é essa representação, como se nossas características cognitivas se impusessem ao mundo, forçando-o a conformar-se às nossas limitações (Vassão, 2010).

3.3.3.3. A Desconsideração do Homem

Já outras hipóteses esboçadas para o problema da incompatibilidade associam-se à desconsideração do ser humano nas decisões tomadas na concepção. Para Vicente (2005), as ciências técnicas²⁰ adotam uma visão mecanicista do mundo, e por isso,

quando elas olham para o mundo, focalizam principalmente o *hardware* ou o *software*; a compreensão das necessidades e das aptidões humanas não faz parte da equação.

²⁰ Como por exemplo, a Engenharia, a Computação e a Matemática Aplicada (Vicente, 2005).

Quando os engenheiros de computadores desenham minúsculos dispositivos que podem processar uma enorme quantidade de informação com grande velocidade, não pensam nas características e nem nas necessidades das pessoas que usarão tais engenhocas. (p. 44)

Ou seja, ao conceber um artefacto, um projetista pensa no objeto em si, e não no usuário. Ainda com humor, Vicente (2005) afirma que ao se deparar com alguns objetos, questiona-se “o que será que os magos estavam pensando quando desenharam essa engenhoca?” e responde “simples: eles estavam pensando na engenhoca, não no usuário” (p. 48).

Na opinião de Daniellou e Garrigou (1992), alguns dos fracassos dos investimentos industriais envolvendo a introdução de sistemas automatizados associam-se à falta de consideração dos aspetos humanos nas decisões tomadas em fase de conceção. Para Guérin et al. (2001) essa desconsideração é fruto da predominância dos aspetos financeiros, técnicos ou organizacionais de um projeto, o que “não favorece a reflexão sobre o lugar incontornável do homem no sistema de produção” (p. 1). Sznelwar (2001) também aponta que a importância e o

lugar que o trabalho ocupa dentro de um projeto de produção é irrisório, frente à importância dada aos custos das máquinas e a outros componentes da produção. O resultado é que a questão do trabalho, do ser humano na produção, fica relegada para segundo ou último plano – na realidade, o ser humano é “encaixado” na produção. (p. x)

Guérin et al. (2001) também ressaltam que quando fornecedores de projetos²¹ propõem uma ou várias soluções para uma necessidade, é hábito nas empresas avaliá-las essencialmente em função do custo e das garantias de seriedade que os fornecedores podem dar, mas que, infelizmente, esse modo de avaliação não é suficiente para garantir um funcionamento eficiente da futura instalação. Garrigou, Thibault, Jackson e Mascia (2001) entendem que os principais disfuncionamentos observados no fim dos anos 1970, quando a indústria francesa passou por uma onda de automação e de modernização, são ainda presentes, devido ao facto das soluções técnicas serem o fio condutor dos projetos.

Ou seja, o trabalho é então uma variável de ajuste, e não uma variável de projeto (Conceição, 2011). Para Pomian, Pradère e Gaillard (1997), isso deve-se ao facto dos modelos assumidos pelos projetistas serem baseados numa “análise funcional” e numa “análise de valor”, e por isso focalizam o projeto a partir da definição dos produtos, dos processos e das máquinas:

²¹ Como, por exemplo, escritórios de arquitetura, ou escritórios e departamentos de projetos técnicos (Guérin et al., 2001).

a identificação das funções, dos elementos da estrutura e da organização visam, de facto, prioritariamente, a garantir o controlo do funcionamento do sistema e não considera, na medida justa, as exigências do trabalho futuro e os novos constrangimentos que os operadores deverão fazer face. (p. 9)

3.3.3.4. A Visão Estereotipada e os Modelos do Ser Humano

Para além da desconsideração do ser humano na conceção, outra hipótese relaciona-se com a visão que aqueles que concebem os artefactos possuem das pessoas enquanto usuários assim com os modelos implícitos do funcionamento do Homem utilizados na conceção.

Guérin et al. (2001) citam que, em geral, utilizam-se estereótipos simplificados do que seria a população trabalhadora. Não é incomum encontrar contextos de trabalho em que as pessoas levantam cargas superiores aos seus limites fisiológicos ou um sistema no qual se tenha que controlar um número muito grande de variáveis. Nesses casos, os limites físicos e cognitivos das pessoas não são condizentes com a visão que os projetistas possuem ao conceber os artefactos e tecnologias. Para Vicente (2005), todas as tecnologias mal adaptadas "têm uma coisa em comum: partem de pressupostos irrealistas sobre os seres humanos, o que cria um mau ajuste entre elas e as pessoas" (p. 47).

Essa hipótese baseia-se no pressuposto de que "todo dispositivo técnico, todo artefacto, mobiliza durante sua conceção, um conhecimento, uma representação e, em sentido mais amplo, um modelo do funcionamento do usuário" (Béguin, 2007b, p. 321). Como aponta Menegon (1999), os projetistas partem de uma representação do Homem no trabalho que irá condicionar qualquer atividade. É sobre essa questão que, Wisner (1987, 1994) coloca a questão a que Homem o trabalho deve ser adaptado. E exemplifica: "prever escadas para chegar a locais se apoia na representação de um sujeito que pode andar. Pessoas em cadeiras de rodas não poderão chegar a esse andar" (Wisner, 1995 citado por Béguin, 2007b, p. 321).

Os modelos veiculados implicitamente pelos projetistas podem abranger todas as esferas do funcionamento humano. Um dispositivo informático, por exemplo, fixa no artefacto um modelo psicológico do usuário, o qual Bannon e Bødker (1991) consideram ser muitas vezes apoiado num postulado de estupidez do operador. Muitas vezes, uma visão estereotipada de que os usuários possuem um baixo nível de conhecimento para utilizar as tecnologias, e projetam sistemas de forma que esses tomem as decisões no lugar do usuário, visando proteger tais sistemas de possíveis decisões erradas que esse possa tomar. Nesses casos, o ser humano é visto como um

fator de erro, e deve, portanto, ser eliminado ou ter a sua participação minimizada e a sua possibilidade de ação reduzidas. O usuário é visto como *dummié*²², e a função da tecnologia e daqueles que a concebem é ser capaz de evitar os seus erros. O inverso pode ser igualmente verdadeiro: o modelo pode pressupor aptidões superiores daquelas que o operador de facto dispõe. Na opinião de Vicente (2005), essa visão deriva do facto de que os projetistas concebem os artefactos imaginando que os usuários possuem o mesmo domínio de tecnologia que eles, e cita que:

por terem tanta proficiência em ciência e engenharia, os magos tendem a pensar que todo mundo conhece tecnologia como eles (...) é muito fácil para eles esquecerem como pensa o resto do mundo. O que se observa com frequência é que os sistemas tecnológicos tecnicamente bons e fáceis para outros *designers* são um enigma de complexidade para as pessoas comuns. (p. 46)

Essa incompatibilidade implica custos diversos, incluindo custos humanos. Para Abrahão et al. (2005), quando os modelos subjacentes à conceção das tecnologias não contemplam as competências dos seus usuários, exige-se que estes últimos se adaptem, independente do custo e/ou do sucesso.

3.3.3.5. A Simplificação da Realidade

Para além da desconsideração do ser humano ou de visões e modelos estereotipados sobre o seu funcionamento, outras hipóteses relacionam-se com a visão simplificada que os projetistas possuem sobre o trabalho, as formas e necessidades de uso ou a variedade dos contextos dessa utilização.

Para Béguin (2007b) “os projetistas não levam em conta suficientemente o funcionamento dos seres humanos, nem a atividade que estes desenvolvem quando usam dispositivos ou exploram os sistemas de produção” (p. 317). Vicente (2005) também identifica tal aspeto e afirma que “embora saibam muito sobre tecnologia em benefício próprio, os magos também costumam saber muito pouco sobre as tarefas que outras pessoas desempenham com uso de tecnologia” (p. 49). Ao analisar investimentos em automação que resultaram em fracassos, Daniellou e Garrigou (1992) salientam que os projetistas geralmente possuem uma representação parcial da realidade, e que

²² Como designado na literatura anglo-saxônica.

eles geralmente subestimam a variabilidade das matérias-primas, o ambiente e as condições das ferramentas. Os processos de produção prévios são vistos como mais estáveis do que realmente são. Distúrbios são mal compreendidos ou negligenciados, assim como as estratégias usadas pelos operadores para lidar com essa variabilidade.... Esse conhecimento parcial da realidade leva a um projeto de sistemas que não são suficientemente tolerantes em relação às variações do ambiente, e, portanto, aos inúmeros incidentes operacionais. (p. 56)

Quanto à essa questão, Vasconcelos (2008) afirma que

a não consideração da lógica de utilização aquando da conceção é, deste modo, susceptível de reforçar as dificuldades de adaptação ao trabalho predefinido, de aumentar os riscos de acidentes de trabalho, a frequência de incidentes de produção, os problemas com a qualidade, entre outros disfuncionamentos técnicos. (p. 37)

Duraffourg (2013) defende que o processo concreto de geração das tecnologias, é geralmente conduzido a partir de uma representação do trabalho humano muito redutora da complexidade real do trabalho. Para Daniellou e Béguin (2007) “a diversidade e a variabilidade da produção e das pessoas no trabalho, apesar de influenciarem profundamente da atividade, são frequentemente subestimadas por aqueles que decidem” (p. 284). Trierweiler et al. (2008) salientam que "os responsáveis pelas prescrições não levam em consideração as diferenças entre os trabalhadores e também as imprevisibilidades inerentes a qualquer sistema de trabalho" (p. 104). Na opinião de Guérin et al. (2001), muitas vezes “os defeitos maiores na conceção dos sistemas de trabalho são devidos a uma subestimação dessa variabilidade” (p. 163).

Essa visão simplificadora tem suas bases no racionalismo técnico, desenvolvido amplamente nas primeiras décadas do século XX. Nela, os processos produtivos são estáveis, previsíveis e portanto prescritíveis. Logo, o mundo é determinístico, e tudo pode ser previsto e prescrito. Para Vassão (2010), trata-se de um pensamento “tecnocêntrico e simplificador”. Da hipótese da estabilidade e da previsibilidade, ou seja, de que os sistemas e os processos são estáveis e que os contextos de utilização são previsíveis, entende-se que o trabalho possa sempre ser executado de uma maneira única²³.

3.3.3.6. O Processo de Conceção e as Limitações Práticas e Metodológicas

Se algumas das hipóteses relativas às causas do problema da adaptação derivam da organização do conhecimento humano, da forma como os usuários são vistos pelos projetistas, outras

²³ Também uma herança do taylorismo, que busca o “one best way”, ou seja, a melhor forma de se realizar uma tarefa.

hipóteses entendem o problema da adaptação dos artefactos como sendo derivado da forma como os processos de concepção organizam-se.

Se inicialmente os artefactos eram concebidos de forma experimental e empírica, hoje tal processo assume uma forma radicalmente distinta. A criação dos artefactos se manteve e se complexificou ao longo do tempo, sendo na atualidade, comumente dividida entre vários especialistas, que se organizam em equipas de projeto. A concepção tornou-se uma atividade de tal complexidade que precisa, muitas vezes, de ser gerida.

Além disso, observa-se que nem sempre existe uma consciência, por parte daqueles que concebem os artefactos, que as decisões de concepção impactam nas condições e ambiente de trabalho de outras pessoas (Broberg, 2007). Soma-se o facto de que poucas vezes os projetistas têm a oportunidade de verificar os artefactos que conceberam em situação de uso real. Isso é apontado por Conceição (2011), que afirma que não há um *feedback* dos projetos a partir de informações derivadas do uso, ou seja, os projetistas têm poucas oportunidades de avaliar se as soluções propostas atenderam às necessidades dos usuários às quais se destinavam.

Uma outra justificativa relaciona-se à falta de memória dos processos de concepção e da incapacidade de acumular conhecimento nos processos de concepção. Para Norman (2002),

cada vez que uma nova tecnologia surge, os *designers* cometem os mesmos erros terríveis do que seus predecessores.... Os tecnólogos não são notáveis por aprenderem com os erros do passado.... Eles olham para frente, não para trás, então eles cometem os mesmos problemas repetidamente. (p. xv)

Observa-se também casos em que ocorre uma consideração tardia do usuário, quando a concepção já se encontra em fase avançada. Daniellou e Garrigou (1992) descrevem que

nos processos tradicionais de concepção, engenheiros projetam sistemas de produção usando a sua perícia²⁴ tecnológica e organizacional. Posteriormente, eles definem as tarefas a serem realizadas pelos operadores para garantir o correto funcionamento do sistema. A atividade real dos operadores (seus movimentos, suas posturas, a busca por informações, decisões que eles tomam) aparecem como resultado ou mesmo um subproduto do processo de concepção técnica. (p. 56)

²⁴ No original, "expertise".

Breve Síntese do Capítulo

No presente capítulo, centramo-nos na exposição da problemática tratada na investigação. Identificamos a questão da incompatibilidade entre as pessoas e os artefactos e apontamos a necessidade de adaptação. Justificamos a importância de se conceber artefactos e tecnologias melhor adaptados, dadas as possíveis consequências para as pessoas e para a sociedade. Finalizamos o capítulo apresentando algumas hipóteses que buscam justificar as prováveis origens do problema da incompatibilidade entre as pessoas e os artefactos.

Página deixada propositadamente em branco.

PARTE II

Capítulo 4. A ergonomia, a Ergonomia, as Ergonomias

Capítulo 5. A Ergonomia da Atividade e o método da Análise Ergonómica do Trabalho

Capítulo 6. A conceção: definição, conceptualização, teorias e métodos

Capítulo 7. A Ergonomia de Conceção e o método da Abordagem da Atividade Futura

Página deixada propositadamente em branco.

CAPÍTULO 4. A ERGONOMIA, A ERGONOMIA E AS ERGONOMIAS

Neste capítulo, visamos descrever como a Ergonomia se constituiu historicamente, se desenvolveu e se ramificou, e apresentar o seu enquadramento teórico contemporâneo. Antes, entretanto, explicamos a grafia que utilizamos ao longo do capítulo: referimo-nos à ergonomia quando falamos de seus primórdios empíricos, introduzimos a inicial maiúscula Ergonomia, para designá-la enquanto uma disciplina científica, e finalmente empregamos o plural Ergonomias, para referirmos à diversidade de suas abordagens teóricas e conceptuais.

4.1. Formação do Vocábulo

O vocábulo ergonomia é formado a partir da junção de dois termos gregos: *ergo*, que significa trabalho, tarefa; e *nomos*, que designa as leis naturais, regras, normas. A primeira pista da criação do neologismo data de 1857²⁵. Entretanto, alguns autores (Dul e Weerdmeester, 1993; Iida, 2005; Laville, 1977; Wisner, 2004) reconhecem a utilização do vocábulo pela primeira vez quase um século depois, quando o engenheiro inglês K. F. H. Murrell, na fundação da primeira Sociedade de Ergonomia²⁶, teria proposto o termo para nomeá-la após consultar estudiosos dos idiomas gregos e latinos (Iida, 2005).

A partir daí, o termo passou a denominar uma área do conhecimento específica, apesar de ganhar diversas interpretações, ser utilizado em contextos históricos variados e representar distintas correntes de investigação.

4.2. A Ergonomia como um Princípio

Apesar da história formal da Ergonomia remontar ao século XX, defende-se que ela é muito anterior à criação do vocábulo ou da sua primeira sociedade de investigação. Defende-se que antes de existir enquanto uma disciplina, a ergonomia já se desenvolvia desde a criação dos primeiros artefactos pelo ser humano, como um princípio norteador da criação de artefactos. Para Wisner (1994), o “seu modo de pensar existiu antes, de maneira esporádica” (p. 87). Laville (1977) identifica, desde a criação das primeiras ferramentas pelo homem, uma vontade ergonómica baseada no empirismo e na parcialidade, ou seja, os conceitos ergonómicos já eram aplicados

²⁵ O termo teria sido utilizado pelo biólogo, filósofo e naturalista polaco Wojciech B. Jastrzębowski, numa publicação intitulada *Ensaio de Ergonomia ou Ciência do Trabalho, baseados nas leis objetivas da ciência sobre a natureza* (Moraes e Montalvão, 2000 citado por R. G. Almeida, 2011).

²⁶ A *Ergonomics Research Society*, fundada em Oxford, Inglaterra, em 1949, conforme descrevemos adiante no item 4.5.

desde quando o ser humano primitivo, experimentalmente, criou os primeiros artefactos, e, portanto, na opinião de Sanders e McCormick (1993), a ergonomia estaria intimamente ligada ao desenvolvimento das tecnologias. R. G. Almeida (2011) recorda que

a aplicação da ergonomia remonta ao período pré-histórico, quando o homem da caverna começou a usar as suas habilidades mentais e manuais para cunhar e adaptar o ambiente, as suas armas e utensílios, para que se ajustassem às suas características anatómicas, ao mesmo tempo que domesticava animais, para serem usados como força de trabalho, em prol de tornar menos árduas as tarefas cotidianas que garantiam sua subsistência e sobrevivência. (p. 112)

Os estudos da aplicação dos princípios ergonómicos nos objetos pré-históricos, apesar de ainda muito incipientes, têm vindo a demonstrar a capacidade do ser humano primitivo de criar e adaptar ferramentas (Menin, da Silva, Silva e Paschoarelli, 2014). Vidal (2000) cita que "os utensílios de pedra lascada se miniaturizaram, num processo de melhoria da manuseabilidade e que teve por resultados produtivos o ganho da eficiência na caça e na coleta" (p. 7). Assim, o surgimento e o desenvolvimento primitivo da ergonomia estariam relacionados com a própria história da criação de artefactos pelo Homem, e portanto a história da ergonomia não pode ser dissociada da história da tecnologia: ambas se perpassam e por vezes se confundem.

Mas se a história da ergonomia, enquanto um princípio norteador da concepção dos artefactos, tem origem com a criação das primeiras ferramentas pelo ser humano, em algum momento esse princípio deixou de estar presente enquanto um princípio da concepção, ou não acompanhou a criação das tecnologias. Muitas hipóteses podem dar pistas do porquê e do quando os conhecimentos empíricos da ergonomia começam a "se perder" ou se tornarem "periféricos", ou ainda, em que momento esse princípio deixou de estar imbuído na concepção. Certamente tratou-se de um processo lento e gradual, ainda pouco estudado.

4.3. Os Primórdios da Ciência Ergonómica

Diferentemente de sua história enquanto um princípio, o surgimento da Ergonomia enquanto uma ciência e uma disciplina, encontra-se bem registado. Conhecemos os factos históricos que marcaram a necessidade de desenvolvimento de conhecimentos específicos para lidar com as dificuldades de utilizar os artefactos e para melhorar as condições de utilização e de trabalho, que culminaram no desenvolvimento da Ergonomia como uma disciplina científica.

Foi no século XIX, mais precisamente no contexto da Revolução Industrial e da difusão dos ideais liberais, que foram traçados os primeiros esboços da Ergonomia enquanto uma ciência dedicada ao estudo do trabalho e de sua base técnica. Para Sanders e McCormick (1993), a Revolução Industrial funcionou como uma mola propulsora da ciência ergonômica. Iniciada em meados do século XVIII e difundida mundialmente no século XIX, significou o período de expansão da produção industrial do planeta (Vidal, 2000), iniciando o delineamento da maneira na qual vivemos hoje.

Nesse contexto, as relações do Homem com o trabalho foram modificadas. O novo sistema industrial implicou um aumento do ritmo laboral, e o nascimento de metas de produtividade (R. G. Almeida, 2011). Vidal (2000) aponta que esse período não implicou somente avanços técnicos, “mas toda uma evolução das formas de divisão do trabalho e das formas de interação entre as pessoas e os equipamentos técnicos” (p. 8).

Associado às mudanças técnicas e tecnológicas, encontra-se um marco na mudança do pensamento vigente. Uma das maiores mudanças associadas ao período da Revolução Industrial é a estruturação do pensamento liberal²⁷ e sua difusão pelo mundo. Além disso, a ciência desenvolvia-se como nunca antes, e proliferaram os estudos sobre o ser humano no trabalho.

Dentro desse contexto, os princípios que viriam a ser posteriormente utilizados pela Ergonomia se desenvolviam sob a competência de outras disciplinas. Podemos destacar os estudos dos fisiologistas, dos médicos do trabalho, dos higienistas, tendo como foco o trabalho e as suas consequências para o Homem. Para Wisner (1994), um dos trabalhos científicos precursores das ciências do trabalho foi o texto de Coulomb, *Memória sobre a força dos homens*. Publicado em 1785, já citava a fadiga e os efeitos do trabalho sobre o Homem. Conforme esse autor (Wisner, 1994) o texto de Coulomb já relacionava as variações humanas ao longo do ciclo circadiano e também de um período para o outro. Destaca-se também a obra de Jules Amar, um médico fisiologista que publicou, em 1914, *O Motor Humano*, na qual descreve as bases fisiológicas do trabalho muscular, relacionando-as com as atividades profissionais desenvolvidas, os métodos de avaliação e as técnicas experimentais utilizadas (Laville, 1977). Laville (1977) considera esta a primeira obra publicada em Ergonomia. O trabalho de Amar encontra no pensamento vigente da época uma estrutura para o desenvolvimento da fisiologia do trabalho, e fixou, segundo Vidal

²⁷ Um de seus marcos foi a proposição de Adam Smith que preconizava que a divisão do trabalho era um fator evolucionário poderoso para propulsionar a economia.

(2000), um dos primeiros paradigmas da ergonomia: o Homem como um transformador de energia, ou como o próprio título sugere, a máquina ou o motor humano. Entretanto, dentro de um contexto produtivo que buscava metas de produtividade cada vez maiores, visando atender a uma produção e consumo em massa, a visão do Homem como uma máquina, não tardaria a dar sinais de falência. Os problemas de saúde dos trabalhadores começavam a ter dimensões amplificadas e as condições laborais das fábricas industrializadas pareciam agravar esse quadro.

Ainda dentro do contexto de desenvolvimento das ciências interessadas no trabalho, algumas ainda embrionárias, um impulso decisivo foi dado por Frederick Winslow Taylor, um engenheiro norte-americano que se dedicou, nas duas primeiras décadas do século XX, a estudar o trabalho²⁸. Os estudos de Taylor se baseavam no paradigma científico mecanicista imperante da época, e tal conjunto de conceitos e métodos de análise e de organização do trabalho culminaram num novo modelo de produção, que veio posteriormente a ser denominado por *taylorismo*. Dentre as técnicas preconizadas por Taylor para a Organização Científica do Trabalho, Vegara (1974) considera três como sendo fulcrais: “a cronometragem e os sistemas de tempos predeterminados, a valoração dos postos de trabalho e os sistemas de remuneração por rendimento” (p.11). As duas primeiras têm como objetivo central a medição da quantidade e da qualidade do trabalho, enquanto a remuneração aborda uma concepção psicológica do comportamento operário. Os estudos de Taylor são considerados por alguns autores como os primórdios da Ergonomia enquanto campo científico (Montmollin, 1990), um embrião do que seria futuramente o estudo da ergonomia (R. G. Almeida, 2011), ou um dos primeiros trabalhos empíricos de ergonomia (Vidal, 2000). Apesar destas afirmações suscitarem controvérsias e soarem atualmente como um ultraje para alguns acadêmicos e profissionais da área, Montmollin (1990) defende que Taylor buscava atingir os mesmos objetivos que os ergonomistas, e utilizava princípios semelhantes: “analisar com o máximo de objetividade o trabalho humano, a fim de tirar conclusões que permitam melhorar a produção e, simultaneamente, diminuir a fadiga e os acidentes” (p. 59).

4.4. A Segunda Guerra Mundial: o Contexto para o Nascimento da Ergonomia

O desenvolvimento das ciências voltadas para o estudo do trabalho, o progresso tecnológico e a sociedade industrializada, criaram um ambiente favorável para o surgimento da Ergonomia, mas foi somente a partir da Segunda Guerra Mundial que ela oficialmente se instituiu.

²⁸ Os principais resultados dos estudos de Taylor foram publicados em 1911, na obra *Organização Científica do Trabalho*.

A Segunda Guerra Mundial foi um momento de pôr em prática todos os avanços conseguidos nas décadas anteriores em termos de aperfeiçoamento técnico: os aviões de guerra voavam agora mais alto e mais rápido, contudo, causaram mais mortes e acidentes do que era esperado. Wisner (1994) ressalta que a metade dos bombardeios fabricados para atacar a Europa ocupada pelos exércitos alemães caíram durante o voo durante o primeiro ano de treino, o que era dramático. Ora, a questão central era explicitar o porquê de um equipamento extremamente moderno, que deveria facilitar a conduta dos pilotos da aviação, não ser operado com a eficiência e a eficácia esperadas (Wisner, 1994). R. G. Almeida (2011) refere que, para as nações envolvidas nos conflitos mundiais, a considerável perda de material bélico por si só justificava os esforços e investimentos para responder tal questão.

Uma das respostas viria a seguir, formulada por uma equipe interdisciplinar formada em 1940, ainda no decorrer da Segunda Guerra. Abrahão et al. (2005) citam que os resultados das análises conduzidas por tal equipe apontavam, entre outras questões, para a “incompatibilidade entre a percepção humana, a localização e a forma dos mostradores e controles” (p. 164). Na opinião de Vidal (2000), “o aperfeiçoamento técnico dos motores agravou a falta de compatibilidade entre o projeto das máquinas e dispositivos e os aspetos mecânico-fisiológicos do ser humano” (p. 9).

Durante os anos seguintes à Segunda Guerra, foram formados, tanto em Inglaterra como nos Estados Unidos, novos grupos interdisciplinares semelhantes, que se interessavam em entender o porquê das falhas das recentes tecnologias. Vidal (2000) ressalta a participação de psicólogos, além de médicos e engenheiros nesses grupos. Os objetivos de tais esforços eram lidar com os problemas originários da operação de equipamentos militares complexos (Laville, 1977), ou seja, “elevar a eficácia combativa, a segurança e o conforto dos soldados, marinheiros e aviadores” (Vidal, 2000, p. 9). As pesquisas e os resultados obtidos pelos grupos interdisciplinares formados na Segunda Guerra Mundial aproximam-se, de uma forma embrionária, da estruturação da Ergonomia contemporânea e de seu reconhecimento formal enquanto ciência e disciplina.

4.5. O Pós-guerra e o Nascimento das Ergonomias

Com o pós-guerra ampliaram-se os campos de possibilidades de aplicação da Ergonomia. Montmollin (1990) afirma que os “princípios reais da ergonomia, tal como ela é hoje concebida e definida, datam do pós-guerra” (p. 62). Dul e Weerdmeester (1993) relatam que foi este o

momento no qual a tecnologia e as ciências humanas foram, pela primeira vez, sistematicamente aplicadas de uma maneira coordenada.

Quatro anos após o final da Segunda Guerra Mundial, a Ergonomia é oficialmente nomeada, com a criação da primeira sociedade de Ergonomia, a *Ergonomics Research Society*, fundada em Oxford, Inglaterra, em 1949. Para Wisner (2004), o objetivo dessa Sociedade era sistematizar os conhecimentos que Murrell, em conjunto com o fisiologista Floyd, o psicólogo Welford e os seus colaboradores, desenvolveram durante a Segunda Guerra Mundial a serviço da Defesa Nacional Britânica, além de lançar um movimento que, inspirado nesta experiência, permitiria utilizar esta cooperação pluridisciplinar na indústria e em qualquer outra atividade civil. Laville (1977) menciona que tal sociedade congregava psicólogos, fisiologistas e engenheiros ingleses interessados nos problemas da adaptação do trabalho ao homem. Tal sociedade se apoiava no objetivo de aproveitar os ensinamentos retirados das experiências de guerra para os utilizarem em contextos industriais do pós-guerra. A produção civil abrigou os cientistas, que utilizaram os métodos, técnicas e dados obtidos nos esforços de guerra (Lida, 2005). Esse contexto deu origem àquela que é comumente designada como Ergonomia dos Fatores Humanos, Ergonomia dos Componentes Humanos, Ergonomia anglófona, ou *Human Factors*.

Entretanto, a necessidade de reedificar o parque industrial europeu dizimado pela guerra constituiu um caminho para a instalação do novo direcionamento da Ergonomia (Vidal 2000), distinto daquele que se desenvolvia para atender aos objetivos militares (Helander, 1997). O saldo catastrófico da Segunda Guerra em solo europeu, com numerosas áreas industriais e postos de trabalho que necessitavam ser reconstruídos (R. G. Almeida, 2011), constituiu-se como uma oportunidade de introduzir melhorias nas condições de trabalho industriais. No mesmo ano em que nascia a primeira sociedade de Ergonomia em Inglaterra, foram publicados em França os estudos de Suzanne Pacaud, motivados pelas análises das condições de trabalho nas fábricas francesas, e com o desafio de conceber novos postos de trabalho de acordo com a nova política industrial daquele país (Vidal, 2000). Os estudos de Pacaud possuíam motivações diferentes daquelas que levaram ao desenvolvimento da Ergonomia nos países ingleses e preconizavam outros métodos de investigação. Em 1955, o estudo de Pacaud foi resgatado por André Ombredane e Jean-Marie Faverge, que publicaram o título *L'analyse du Travail*, que é para muitos, a obra fundadora de uma outra corrente da Ergonomia, denominada como Ergonomia da Atividade.

Tal corrente desenvolveu-se inicialmente em França e noutros países de língua francesa, motivo pelo qual é comumente designada como a corrente francófona da Ergonomia²⁹.

O desafio era compreender o trabalho a partir do que motivava as ações dos trabalhadores, por isso pareceu ser importante realizá-las em situações reais, com todos os seus ingredientes (Laville, 1977; Montmollin, 1990). Duraffourg (2013) relata que o campo de investigação e intervenção em Ergonomia é “a própria atividade de trabalho (quando o Homem está trabalhando, o que faz e como o faz?) – de modo a trazer uma contribuição à transformação do que a determina (a técnica, a administração, a formação, a organização...)” (p. 39).

4.5.1. ABORDAGENS EPISTEMOLÓGICAS E METODOLÓGICAS

Apesar da distinção entre as duas correntes estar comumente associada à língua utilizada, ela está mais relacionada com as abordagens metodológicas de ambas, fruto de posicionamentos epistemológicos distintos. Para Montmollin (2007), essa distinção é tão marcante, que o autor opta por utilizar o plural para se referir a tais correntes, não sendo possível definir o termo Ergonomia no singular, por se tratar em dois grandes modelos, com marcos teóricos e métodos distintos. Para o autor (Montmollin, 2007), ambas as abordagens são por vezes até mesmo opostas, mas não num sentido normativo, e sim descritivo.

Vidal (2000) cita que a questão que sustentou as investigações da Ergonomia dos Fatores Humanos era “o que se sabe acerca do ser humano que pode ser empregado nos projetos de instrumentos, dispositivos e sistemas” (p. 10). As investigações consistiam em, portanto, tomar em consideração as características gerais da “máquina humana” (Montmollin, 1990, p. 17) para melhor adaptar as máquinas e dispositivos técnicos, como máquinas, ferramentas, postos de trabalho, ecrãs, impressos, *softwares*, etc. A evolução da Ergonomia dos Fatores Humanos foi ancorada por investigações fundamentalmente analíticas, com um enfoque experimental, situada em contextos essencialmente laboratoriais. Devido à sua abordagem, “permitiu e ainda permite que se descubram certos mecanismos da atividade do homem, bem como as leis fundamentais de seu funcionamento, tanto nos domínios fisiológicos quanto nos psicológicos” (Laville, 1977, p. 95).

²⁹ Apresentamos os seus conceitos centrais no Capítulo 5.

Contraopondo o estudo do funcionamento do Homem e de seus componentes, principal motivador do desenvolvimento da Ergonomia dos Fatores Humanos, a corrente da Ergonomia da Atividade foca-se no estudo do Homem no trabalho em sua totalidade. Nela, defende-se que os componentes humanos não devem ser considerado de modo isolado, mas sim por meio de comportamentos (os gestos, o olhar, as palavras) e os raciocínios, sendo que o Homem deixa de ser um componente do sistema para ser visto como agente do sistema (Montmollin, 1990). O trabalho a ser realizado e os seus objetivos são enfatizados, num todo onde “interagem o operador, agente capaz de iniciativas e de reações, e o seu ambiente técnico, igualmente evolutivo e influenciável.... [e portanto o ponto de vista estaria na] análise de operadores particulares, confrontados com tarefas particulares” (Montmollin, 1990, p. 22). O principal desafio dessa corrente era compreender o trabalho e os motivos das ações dos trabalhadores, por isso a importância em amparar as investigações de forma situada. As investigações são, portanto, conduzidas em situações de trabalho concretas, e logo, o terreno, ou a análise em campo tornam-se fundamentais. Como afirma Laville (1977, p. 96), “a investigação *in loco* respeita o mais possível a verdadeira e real situação de trabalho”, e assim, permitem obter resultados de grande “realismo” (Montmollin, 1990, p. 23), “riqueza e pertinência para a ação” (Montmollin, 2005, p. 107). Conforme cita Vidal (2000), os autores dessa corrente defendiam que “o projeto de um posto de trabalho deveria ser precedido por um estudo etnográfico da atividade” (p. 10). Para Béguin (2003), trata-se de “uma espécie de forma etnográfica de estudar o trabalho, que ergonomistas de língua francesa vêm desenvolvendo há mais de trinta anos, mas que difere das abordagens etnológicas pelo facto de que é destinada a resolver problemas concretos” (p. 718).

4.5.2. LIMITES E COMPLEMENTARIDADE

Apesar da difusão e do alcance da Ergonomia dos Fatores Humanos, alguns autores criticam a sua preferência por estudos experimentais, em detrimento de uma análise do trabalho contextualizada. Para Montmollin (2005), mesmo quando uma análise situada acontece, é restrita à construção de uma lista de exigências da tarefa, construída geralmente a partir de perguntas aos quadros superiores e de *check-lists* e grelhas pré-estabelecidas. Ainda para o autor, a Ergonomia dos Fatores Humanos “só respeita as duas exigências dos procedimentos científicos por tratar as funções de forma isolada, o que se dá através de um processo analítico voluntário” (Montmollin, 2005, p. 104) e logo, só a experiência de laboratório permite um controlo suficiente das variáveis independentes e dependentes selecionadas pelo plano experimental. Na opinião de

Laville (1977), as deficiências dessa corrente estão ligadas à simplificação da atividade estudada e das condições nas quais é executada, assim como ao desconhecimento das reais situações de trabalho. Wisner não questiona os resultados obtidos pela Ergonomia dos Fatores Humanos, e afirmando que “essa abordagem simples e direta continua a ser importante atualmente” (Wisner, 1994, p. 90). Para esse autor,

a experimentação que utilizada para o estudo do Homem as mesmas regras para a física e a química parece revelar fatos indiscutíveis. Ela permite dar conselhos precisos, se retoma uma antiga experiência, fazendo variar alguns parâmetros para nos aproximarmos, pelo menos aparentemente, da situação em questão... Os resultados da aplicação desses dados são claramente demonstráveis, pois o problema foi delimitado com vistas a essa demonstração. (Wisner, 1994, p. 90)

Apesar da diferenciação entre a Ergonomia dos Fatores Humanos e a Ergonomia da Atividade estar nos modelos, marcos teóricos e métodos utilizados por cada corrente, Montmollin (1990, 2005) enfatiza que essas duas grandes correntes não estão em oposição, sendo complementares, e que visam resolver os mesmos problemas. Assim, o processo de complementaridade se daria da seguinte forma:

Inicialmente a Ergonomia dos Fatores Humanos permitiria conceber os dispositivos tecnológicos, adaptados às características e limites dos seres humanos, conforme a definição da disciplina. A concepção dos dispositivos seria feita, considerando o Homem, função a função, a partir do modelo teórico que se possui do Homem e utilizando normas disponíveis. Essa seria uma Ergonomia das “primeiras ajudas”, responsável por garantir o que seriam as bases indispensáveis do projeto, que evitaria dificuldades e erros cometidos com “assentos demasiado baixos, calor excessivo, ruídos insuportáveis, mostradores ilegíveis, ecrãs ofuscantes, e mais recentemente, interfaces insuficientemente amigáveis... Uma vez asseguradas tais bases, a Ergonomia da Atividade se interessaria pela atividade que é processada, a atividade real, temporal, complexa, inesperada, aparentemente inventiva e às vezes infalível.... Interessa-se também pelas atividades cognitivas, onde o essencial assenta na compreensão de situações às quais o operador dá um significado... e que comportam quase sempre uma dimensão coletiva. (Montmollin, 2005, p. 107)

Contudo, observa-se que, na prática, “os ergonomistas³⁰ vão-se especializando a tal ponto que os manuais apenas excepcionalmente tratam das duas abordagens” (Montmollin, 1990, p. 13), tal antagonismo “não é um antagonismo estéril, [pois] mesmo que uma síntese seja improvável, uma articulação será sempre possível” (Montmollin, 1990, p. 26).

³⁰ No original, “ergónomos”.

4.6. O Desenvolvimento da Ergonomia na Segunda Metade do Século XX

A segunda metade do século XX é marcada pelo desenvolvimento mundial de ambas as correntes da Ergonomia, que nas décadas de 1950 e 1960, começaram a ganhar forças e difundirem-se. Formam-se laboratórios universitários para atender à crescente procura industrial pelos conhecimentos da Ergonomia, publicações académico-científicas se desenvolvem e são formadas sociedades dedicadas à nova disciplina.

Em 1957, é fundada a primeira sociedade americana de Ergonomia, denominada *Human Factors Society*. Em 1959, a publicação da obra de Chapanis – *Research Techniques in Human Engineering* compila as técnicas de pesquisa utilizadas pela recente disciplina (Wilson e Corlett, 1992). Nesse ano também é fundada a primeira Sociedade Internacional de Ergonomia, a *International Ergonomics Association (IEA)*, representando as sociedades que já se mostravam ativas em cerca de 40 países e regiões e já agregavam por volta de 15.000 membros (Dul e Weerdmeester, 1993). De acordo com Montmollin (1990), tratava-se de uma federação de sociedades do mundo inteiro cuja finalidade era aumentar os conhecimentos em Ergonomia e promover a sua aplicação ao serviço do ser humano. Entretanto, a autor aponta que, apesar desta ser uma sociedade internacional, predominavam os estudos desenvolvidos nas sociedades americana e britânica (Montmollin, 1990). Por isso, com o objetivo de promover o desenvolvimento da Ergonomia nos países de língua francesa, em 1963 é fundada a *Société d'Ergonomie de Langue Française*, agregando profissionais da França, Suíça, Bélgica e Luxemburgo. Em 1966, Alain Wisner, um médico francês, influenciado pelas obras já publicadas sobre os métodos de análise do trabalho, sistematiza e formaliza o método da AET³¹, ainda hoje um método de referência utilizado pelos ergonomistas praticantes da Ergonomia da Atividade.

A década de 1970 marcou a crescente integração da Ergonomia nos ambientes industriais (Vidal, 2000) e com o desenvolvimento de bens de consumo (Helander, 1997). Quanto a essa mudança de direcionamento, Wisner (1994) constata que “entre a década de 1960 e a de 1970, os artigos publicados na revista *Human Factors* cujos conteúdos eram finalidades civis, passaram de 25% para 75%” (p. 89). Nessa década, é notável o desenvolvimento da disciplina e crescente aplicação noutros países, como o Japão, Alemanha, Canadá, Suécia e Brasil (Vidal, 2000).

³¹ Apresentamos o método da Análise Ergonómica do Trabalho no Capítulo 5.

Além disso, na França dos anos 1980, apresenta-se um contexto socialmente favorável para o desenvolvimento da Ergonomia, amparada por um aparato legal – as leis *Auroux*. Como cita Jackson (1999), nesse conjunto de leis, os representantes dos trabalhadores nas empresas podem solicitar perícias técnicas quando novas tecnologias são introduzidas, e com isso, os ergonomistas se tornaram “especialistas das condições de trabalho”.

Ainda nas décadas de 1970 e 1980, o desenvolvimento da informática e dos sistemas computadorizados trouxe uma diversidade de novas questões e investigações para a Ergonomia. Junto com as análises dos componentes físicos, crescem as considerações sobre os aspectos cognitivos do trabalho. Desenvolve-se a Ergonomia Cognitiva e a Ergonomia de *Softwares* focadas na interação humano-computador (Helander, 1997).

O limiar dos anos 1980 amplia o ponto de vista e o âmbito de aplicação da Ergonomia para além dos postos de trabalho localizados, e surgem duas novas ramificações da disciplina: a Antropotecnologia (Wisner, 1996) e a Macroergonomia (Hendrick e Kleiner, 2001). Apesar de serem motivadas por questões semelhantes, a primeira se desenvolveu sobre a base da Ergonomia que era praticada nos países francófonos e a segunda pela Ergonomia nascida nos países anglófonos.

4.7. A Ergonomia na Contemporaneidade

Explicitado o contexto de surgimento e desenvolvimento da Ergonomia, nos atemos a partir daqui à sua formulação contemporânea. Para além do debate sobre o seu estatuto e da apresentação de algumas de suas definições propostas, enfatizamos algumas de suas características centrais, tais como a interdisciplinaridade, o duplo objetivo – o bem-estar humano e o desempenho dos sistemas, e a dupla valência – a capacidade analítica e o direcionamento para a conceção.

- *O Estatuto: Arte, Tecnologia, Disciplina, Ciência*

Um questionamento comumente encontrado nas publicações da Ergonomia se relaciona com o seu estatuto: tratar-se-ia esta de uma ciência, uma tecnologia, uma arte ou uma disciplina? O que daria identidade à Ergonomia: seu caráter aplicado, seus objetivos ou seus métodos?

Abrahão e Pinho (1999) apontam que a Ergonomia é uma disciplina jovem que vem reivindicando o status de ciência. O caráter científico da Ergonomia é atestado na definição proposta pela IEA (2000 citado por Falzon, 2007):

Ergonomia (ou Fatores Humanos) é a disciplina científica que visa a compreensão fundamental das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica princípios teóricos, dados e métodos com o objetivo de otimizar o bem-estar das pessoas o desempenho global do sistema. (p. 5)

Já Wisner (1994) entende a prática ergonómica primeiramente como uma arte, uma prática profissional, e em menor grau, uma área da ciência, e cita que “talvez devamos decidir-nos a aceitar que a Ergonomia não seja uma ciência, e sim uma arte alimentada por métodos e conhecimentos originários da pesquisa científica, e a nos comparar, com toda a modéstia, aos médicos e aos engenheiros” (p. 105). Tal posicionamento se relaciona com o facto do autor defender o carácter empírico experimental que conduziu os primeiros trabalhos de Ergonomia: “a Ergonomia nasceu da necessidade de responder a questões importantes levantadas por situações de trabalho insatisfatórias, e o ergonomista respondeu experimentando” (Wisner, 1994).

Dul e Weedmeester (1993) defendem que a Ergonomia esteja mais próxima de uma tecnologia, em função de seu carácter aplicado. Para Montmollin (1990) é esse carácter aplicado que lhe dá identidade e coerência, através do seu objetivo de melhorar o trabalho e não apenas de descrevê-lo. Para Wilson e Corlett (1992), a Ergonomia é tanto uma ciência quanto uma tecnologia.

Quanto a este debate, Daniellou (2004) refere que

qualquer reflexão epistemológica sobre a ergonomia comporta múltiplas dimensões. A interrogação sobre o estatuto dos conhecimentos em ergonomia significa saber se conhecimentos científicos sobre o funcionamento humano no trabalho e sobre o trabalho possam ser produzidos de forma que sejam uteis para sua transformação positiva. Uma questão fundamental se impõe: qual seria o estatuto dos conhecimentos sobre o trabalho que não serviriam – hoje ou amanhã – para melhorá-lo? (p. 182)

- *A Interdisciplinaridade*

A Ergonomia é considerada uma disciplina transversal, de interesse para diversas áreas do conhecimento, desde aquelas associadas à criação de artefactos e tecnologias, como a Engenharia, o *Design*, assim como para as ciências da saúde, como a Psicologia, Fisioterapia, Medicina, etc. Essa interdisciplinaridade é para Abrahão et al. (2005) um dos pilares da Ergonomia.

A necessidade de recorrer a outras disciplinas, foi emergente no nascimento da Ergonomia, como é ressaltado na primeira definição proposta pela IEA (s.d. citado por Falzon, 2007):

Seu objetivo é elaborar, com a colaboração das diversas disciplinas científicas que a compõem, um corpo de conhecimentos que, numa perspectiva de aplicação, deve ter como finalidade uma melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos de produção e dos ambientes de trabalho e de vida. (p. 4)

De facto, ao longo de seu desenvolvimento, a Ergonomia se alimentou no seio de diferentes ciências e disciplinas, e Laville (1977) a considera como um conjunto de conhecimentos interdisciplinares. Para o autor (Laville, 1977) essa característica deve-se ao facto das primeiras medidas e observações sistemáticas das quais a Ergonomia se nutriu terem sido feitas por outras disciplinas. Tal carácter também deriva de um dos contextos de seu nascimento, durante a Segunda Grande Guerra, e dos grupos de multidisciplinares formados por fisiologistas, psicólogos, antropólogos, médicos, cientistas do trabalho e engenheiros. Já de acordo com Dul e Weedmeester (1993) a abordagem interdisciplinar é o que diferencia a Ergonomia dos outros campos disciplinares dos quais se alimenta.

Entretanto, o fato da Ergonomia estar localizada em regiões de conhecimentos vizinha, por vezes incertas, faz com que enfrente “problemas de fronteiras” (Montmollin, 1990, p. 63). Mas para Laville (1977), a solução para contornar tais problemas se encontra no seu próprio carácter aplicável:

carente de limites, esta disciplina estaria condenada ao desaparecimento. Entretanto, se a Ergonomia conserva o seu objetivo principal, ou seja, a concepção de situações e instrumentos de trabalho de acordo com o desempenho do Homem, então ela é diretamente identificável. (p. 7)

Rabardel et al. (1998) defendem que apesar de fazer uso extensivo em outras disciplinas para desenvolver ou seus próprios conceitos, esses constituem, dentro da Ergonomia, um campo conceitual pois encontram-se inter-relacionados. Mas Dejourn (2004) aponta uma necessidade da Ergonomia em construir seus próprios conhecimentos, modelos, conceitos e teorias, e se emancipar das ciências sobre as quais se fundou, em busca de uma independência enquanto uma ciência de campo.

- *O Duplo Objetivo*

Na definição da Ergonomia proposta pela IEA na década de 2000 é possível observar claramente o duplo objetivo da Ergonomia: otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema. Quanto a essa questão, Rabardel et al. (1998) citam que a Ergonomia é uma disciplina que busca medidas para melhorar a saúde, a segurança, o conforto das pessoas no trabalho, assim como a

eficácia do trabalho. Ou seja, se por um lado a Ergonomia se dedica a melhorar as condições de uso e de trabalho, por outro lado visa contribuir para que os sistemas sejam otimizados. Para seus praticantes, não se tratam esses de objetivos divergentes, muito pelo contrário, seriam os dois lados de uma mesma moeda.

- *A Dupla Valência*

Atualmente, entende-se que a Ergonomia, e logo, os seus praticantes, devem possuir uma dupla valência: o foco na análise e o direcionamento para a concepção. Ou seja, a capacidade de analisar os problemas, mas também a sua capacidade de solucioná-los. Mais uma vez, a definição da IEA (2000 citado por Falzon, 2007) explicita esse aspeto: “os profissionais que praticam a Ergonomia, os ergonomistas, contribuem para a planificação, concepção e avaliação das tarefas, empregos, produtos, organizações, meios ambientes e sistemas...” (p. 5).

Uma das obras de referência da Ergonomia da Atividade explicita essa dupla valência, e salienta a necessidade de se “compreender o trabalho para transformá-lo” (Guérin et al., 2001). A análise das situações é, portanto, o ponto de partida das práticas dos ergonomistas (Daniellou, 2004).

Métodos, técnicas e ferramentas de análise e avaliação ergonómica foram desenvolvidos a fim de auxiliar os ergonomistas a compreender e mensurar os problemas aos quais se dedicam. Na Ergonomia da Atividade, destaca-se o método da AET (Guérin et al., 2001; Wisner, 1987), que se apoia na análise essencialmente qualitativa das situações de trabalho de uma forma global. Já na corrente da Ergonomia dos Fatores Humanos, destacam-se métodos e técnicas quantitativas, qualitativas e semiquantitativas, que buscam avaliar os riscos associados à determinados aspetos do trabalho, tais como:

- ferramentas de avaliação dos limites de levantamento de cargas, como a equação *NIOSH Lifting Equation*;
- ferramentas de avaliação da exposição à repetição no trabalho, principalmente de membros superiores, como a *OCRA – Occupational Repetitive Action Index*;
- ferramentas de avaliação da movimentação de membros superiores, como a *RULA – Rapid Upper Limb Assessment*;
- ferramentas de avaliação de esforço dos segmentos corporais no trabalho, relativo à fadiga muscular, como a *Rodger’s Muscle Fatigue Assessment*.

Esses métodos e técnicas constituem a “caixa de ferramentas de avaliação” (American Industrial Hygiene Association, 2011) do ergonomista, que lhe permitem avaliar a pluralidade das situações pelas quais se interessa.

Para além do seu carácter fortemente analítico, a Ergonomia também busca contribuir para a transformação. Disso, desenvolve a sua segunda valência: o direcionamento para a conceção. Quanto à essa questão, Daniellou e Béguin (2007) afirmam que "a característica essencial de toda intervenção ergonómica é sobretudo se propiciar a ação, além de produzir conhecimento sobre as situações de trabalho" (p. 282) enquanto Rabardel et al. (1998) citam que “a Ergonomia tem por objetivo compreender o trabalho para contribuir na conceção e na transformação das situações de trabalho, agindo positivamente sobre dispositivos técnicos e meios de trabalho, ambientes de trabalho, organização e os homens” (p. 5).

A definição proposta pela *Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF)*, ainda na década de 70, conforme cita Falzon (2007), mencionava diretamente a conceção dos meios de trabalho:

A ergonomia pode ser definida como a adaptação do trabalho ao Homem ou, mais precisamente, como a aplicação de conhecimentos científicos relativos ao Homem e necessários para conceber ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados como máximo de conforto, segurança e eficácia. (p. 3)

Para Dul et al. (2012), a Ergonomia tem “um grande potencial para garantir que qualquer artefacto projetado, variando de um produto de consumo até um ambiente organizacional, seja moldado em torno das capacidades e aspirações dos seres humanos, assim como que o desempenho e o bem-estar sejam otimizados” (p. 2). Já Akita (1991) cita que qualquer produto, seja qual for a sua função, deve ser avaliado em termos de maximização da interação entre o produto e o usuário, de forma a produzir produtos apropriados para o uso humano, sendo que a Ergonomia procura “conceber elementos, de simples ferramentas até o próprio ambiente de trabalho, que sejam mais adequados em termos das capacidades e limitações do desempenho humano” (Akita, 1991, p. 824).

O interesse pela conceção originou um quadro teórico-metodológico específico, denominado Ergonomia de Conceção³². De acordo com Laville (1977), o principal objetivo dessa nova

³² Apresentamos esse quadro no Capítulo 7.

ramificação é introduzir os conhecimentos sobre o Homem desde o projeto do posto, do instrumento, da máquina, ou dos sistemas de produção.

- *As Áreas de Especialização*

Dado o seu duplo objetivo e a sua dupla valência, somado com a diversidade de contextos nos quais pode intervir e contribuir, a Ergonomia se desenvolveu e se especializou. Em 2000, a IEA definiu as seguintes áreas de especialização da Ergonomia: ergonomia física, ergonomia cognitiva e ergonomia organizacional. Para Falzon (2007) essas áreas não se tratam de setores, que estariam, nesses casos, mais associados aos campos de aplicação, e a divisão em áreas de especialização remete às formas de competência dos ergonomistas, adquiridas pela formação e/ou prática, e não são estanques. Nas palavras do autor,

muito ergonomistas podem considerar que sua prática pessoal se inscreve em pelo menos duas das três áreas, ou até mesmo nas três. No entanto, é verdade que a prática real de um ergonomista tende a ser exercida preferencialmente em certos campos de aplicação e em certas áreas de especialização. (Falzon, 2007, p. 4)

Mas essas três áreas de especialização não são as únicas observadas ao longo do desenvolvimento da Ergonomia. Observamos a distinção entre os objetos da ação (Ergonomia do Produto e Ergonomia da Produção), entre os objetivos da ação (Ergonomia de Correção, Ergonomia de Conceção, Ergonomia de Intervenção, Ergonomia de Adaptação e Ergonomia de Consciencialização), e até mesmo algumas especialidades em termos de campo de aplicação (Ergonomia das Construções, Ergonomia do Ambiente, Ergonomia dos Transportes, Ergonomia do Vestuário, Ergonomia dos Serviços, etc.). Em Moraes, Echternacht e Arezes (2010), apresentamos uma classificação dessas diferentes especialidades da Ergonomia.

- *O Ator Ergonómico*

Devido às sua interdisciplinaridade, objetivos e valências, a Ergonomia cobre um largo espectro de conhecimentos, e por isso agrupa diversos profissionais: engenheiros, fisiologistas, médicos, fisioterapeutas, psicólogos, educadores, entre outros³³. Dul et al. (2012) afirmam que os

³³ Na maioria dos países, a educação formal em Ergonomia se dá após a formação de base em alguma outra profissão. Esse é o caso do Brasil, da Espanha, da França, entre outros. Já noutros países, como é o caso de Portugal, observamos para além dessa modalidade de formação, a oferta de uma licenciatura específica em Ergonomia.

especialistas em Ergonomia podem ter diferentes papéis, devido às múltiplas competências metodológicas desenvolvidas:

os especialistas em Ergonomia possuem competências em relação aos métodos de análise e atuação em situações, métodos de concepção e avaliação de ambientes técnicos e organizacionais, métodos de organização e gestão de abordagens participativas, e métodos para reconceber e melhorar continuamente os sistemas. (p. 379)

Entretanto, para Rabardel et al. (1998), ao defenderem o ponto de vista da Ergonomia, outros profissionais também podem atuar como ergonômicos. Por isso, forjam o conceito de “ator ergonômico” para qualificar o conjunto de todas as pessoas que atuam no plano ergonômico das empresas, o que permite ir além da ideia comum de uma “Ergonomia por não ergonômicos”:

os ergonômicos são os atores ergonômicos, como podem ser também os médicos do trabalho, os engenheiros, os operadores.... É claro que esses diferentes atores ergonômicos não atuam da mesma forma, nem possuem as mesmas formações, mesmo que eles sejam todos atores no plano da Ergonomia. Esse conceito permite superar a oposição ergonômicos/não-ergonômicos e conduzir a definir cada um dos tipos de atores em função de suas próprias especificidades. (Rabardel et al., 1998, p. 1)

Defendemos que o desenvolvimento das competências teóricas e metodológicas é fundamental para aqueles que buscam os objetivos preconizados pela Ergonomia, mas que para além disso, aqueles que a praticam tenham uma vontade ergonômica, ou seja, atuem na busca pela melhoria do bem-estar humano e o desempenho dos sistemas.

Breve Síntese do Capítulo

No presente capítulo, apresentamos uma contextualização geral da constituição da Ergonomia. Explicitamos o vocábulo e sua formação etimológica e citamos como ela constituiu inicialmente como um princípio norteador da concepção dos artefactos pelo ser humano. Em seguida, traçamos um histórico de sua formação e desenvolvimento como uma disciplina científica. Citamos o nascimento de duas correntes distintas: a Ergonomia dos Fatores Humanos e a Ergonomia da Atividade. Finalizamos o capítulo apresentando a sua definição contemporânea, destacando as suas principais características, o seu duplo objetivo, a sua dupla valência, e apresentando a noção de ator ergonômico.

Página deixada propositadamente em branco.

CAPÍTULO 5. A ERGONOMIA DA ATIVIDADE E O MÉTODO DA ANÁLISE ERGONÓMICA DO TRABALHO

No capítulo anterior, relatamos o contexto de surgimento da Ergonomia da Atividade. Apontamos que o seu quadro se desenvolveu por aqueles que, se aproximaram de contextos reais de trabalho e observaram de perto aquilo que se passava nesses contextos, precisaram estabelecer conceitos teóricos específicos, e conjuntamente, desenvolveram métodos dedicados a compreender e transformar as situações de trabalho. Na visão de Cunha (2011), a Ergonomia da Atividade é uma abordagem teórica, epistemológica e metodológica de carácter pluridisciplinar centrada no conceito da atividade, ou atividade de trabalho, e a singularidade do seu quadro teórico reside no seu modo específico de ver o trabalho e a atividade em particular, assim como na produção de saberes resultantes de sua análise. Neste capítulo apresentamos melhor este quadro, visto que constitui o principal referencial teórico-metodológico da presente investigação.

5.1. O Trabalho Prescrito e o Trabalho Real

Citamos que a Ergonomia da Atividade surgiu com o intuito de melhorar as condições de trabalho nas unidades fabris do parque industrial europeu do pós-guerra e se desenvolveu essencialmente a partir de estudos realizados em chão de fábrica. Uma das constatações desses estudos era a diferença entre o que estava previsto para ser realizado e o que era realmente feito pelos operadores. Dessa diferença foram definidos dois conceitos centrais da Ergonomia da Atividade: tarefa e atividade. Tal distinção foi conceptualizada na obra referência de Ombredane e Favergé, *L'analyse du Travail* (1955 citado por Cunha, 2011), na qual os autores afirmam que

se distingue à partida duas perspectivas na análise do trabalho: a do Quê e a do Como – o que é suposto ser feito e como os trabalhadores que consideramos o fazem. Por um lado, a perspectiva das exigências da tarefa e, por outro lado, a das sequências operacionais através das quais os indivíduos observados respondem realmente a essas exigências. (p. 56)

A distinção conceptual entre esses dois aspetos deu origem ao pressuposto inicial da Ergonomia da Atividade: a diferença entre o que se prescreve e o que, de facto, se realiza.

5.1.1. A TAREFA, O TRABALHO PRESCRITO

Na Ergonomia da Atividade, a tarefa designa o trabalho que é prescrito pela organização, e inclui os fins esperados pelo trabalho e os meios disponíveis para alcançá-los. Engloba aquilo “que os

trabalhadores têm a fazer, os objetivos a cumprir e a forma como é suposto atingi-los” (Cunha, 2011, p. 56).

Para Falzon (2007) a tarefa é definida por um objetivo – estado final desejado, descrito em dimensões tais como quantidade, qualidade, etc., e pelas condições de sua realização. Por sua vez, as condições de realização

dizem respeito aos procedimentos (métodos de trabalho, instruções, estados e operações admissíveis, exigências de segurança), os constrangimentos de tempo (ritmo, prazos, etc.), os meios postos à disposição (documentação, materiais, máquinas, etc.), as características do ambiente físico (ambientes de trabalho), cognitivo (ferramentas de apoio) e coletivo (presença/ausência de colegas, de parceiros, de hierarquia, modalidades de comunicação, etc.), as características sociais do trabalho (modo de remuneração, controle, sanção, etc.). (Falzon, 2007, p. 9)

De acordo com Montmollin (1990), a tarefa é aquilo que se apresenta ao trabalhador como um dado, e engloba um conjunto constituído pelos meios – equipamentos e procedimentos utilizados para alcançar tais objetivos, assim como pelos preceitos de divisão e organização do trabalho:

a máquina em si mesma e o respectivo funcionamento, o meio físico que rodeia o posto de trabalho, as instruções às quais se prevê que o operador obedeça (a organização formal do trabalho), evidentemente, aquilo que evoca o próprio termo de tarefa, ou seja os objectivos (de quantidade ou de qualidade) que são assinalados de forma mais ou menos clara e que dão lugar, evidentemente, a controlos e sanções. (p. 29)

A tarefa não é, portanto, o trabalho, mas parte dele. Trata-se da sua porção previsível e planeável, visto que designa um resultado antecipado, fixado dentro de condições determinadas (Guérin et al., 2001). Ou seja, “a tarefa é pré-existente à atividade e é resultante da concepção formal e informal de quem determinada a execução do trabalho” (Trierweiler et al. 2008, p. 103).

5.1.2. A ATIVIDADE, O TRABALHO REAL

Se a tarefa expressa-se por condições e dos resultados do trabalho, representa, portanto, a parte que Guérin et al. (2001) identificam como sendo a “do objetivo à realidade, visto que as condições determinadas não são as condições reais, e o resultado antecipado não é o resultado efetivo”. Por isso, na busca de compreender o trabalho, é primordial compreender a maneira como os resultados são obtidos e os meios utilizados. Para isso, a Ergonomia da Atividade desenvolve o conceito de atividade.

A atividade designa o trabalho real, ou ainda, aquilo que é realmente realizado numa situação concreta e num contexto particular, situado no tempo e no espaço, executado por um determinado trabalhador ou grupo de trabalhadores. Para Falzon (2007) a atividade é o que é feito, o que o sujeito mobiliza para efetuar a tarefa que lhe foi prescrita. A atividade também envolve aquilo que se realiza no quotidiano do trabalho e que é circunstancial, e que nem sempre está previsto para ser realizado. Para Wisner (1994) “a mesma tarefa não ocasiona as mesmas atividades de trabalho em função da hora e do lugar, do *hic et nunc*³⁴, das circunstâncias” (p. 92). A atividade de trabalho é, portanto, uma estratégia de adaptação à situação real de trabalho, objeto da prescrição (Guérin et al., 2001).

Além disso, a atividade não se reduz ao comportamento. Para Falzon (2007) “o comportamento é a parte observável, manifesta, da atividade... a atividade inclui o observável e o inobservável: a atividade intelectual ou mental.... A atividade gera o comportamento” (p. 9). Salerno (1991) entende que a atividade envolve a mobilização da pessoa para realizar as tarefas, concordando com Pinsky e Theureau (1987 citado por Salerno, 1991), que defendem que “a atividade pode ser considerada como uma organização de diferentes cursos de ação e acontecimentos, e não uma justaposição indiferenciada de atividades elementares” (p. 135). Nesse ponto de vista, o curso da ação é entendido como um comportamento consciente (ao menos em parte), intencional, planejado, socialmente controlado (ou dirigido) e significativo para o operador em situação de trabalho (Salerno, 1991).

A atividade envolve a mobilização do indivíduo, o que inclui suas habilidades e competências, para realizar as tarefas que lhe são prescritas. Por isso, Guérin et al. (2001) entendem que a atividade de trabalho é o elo central que organiza e estrutura os elementos da situação de trabalho: “é uma resposta aos constrangimentos determinados exteriormente ao trabalhador, e ao mesmo tempo é capaz de transformá-lo” (p. 26). A atividade possui uma função integradora: “ela unifica a situação: as dimensões técnicas, econômicas, sociais do trabalho só existem efetivamente em função da atividade que as põe em ação e as organiza” (Guérin et al., 2001, p. 26). A Figura 3 ilustra esse aspeto.

³⁴ Do latim, aqui e agora.



Figura 3 – A função integradora da atividade de trabalho (reproduzido de Guérin et al., 2001, p. 27).

O conceito de atividade envolve portanto o que se faz efetivamente, tendo em conta as exigências e os constrangimentos com que se é confrontado para responder em conformidade com os objetivos da tarefa. Por isso, a Ergonomia da Atividade é vista como uma “abordagem sustentada no olhar atento ao que se passa em contexto real, e aos seus imponderáveis, reconhecendo que a atividade não é nunca uma mera resposta a normas e objetivos prescritos” (Cunha, 2011, p. 56). Logo, analisar a atividade é buscar conhecer aquilo “que está conceitualmente imbricado no próprio ato de fazer” (Duraffourg, 2013, p. 38).

5.1.3. O PRESSUPOSTO INICIAL: A DIFERENÇA ENTRE TAREFA E ATIVIDADE

Para a Ergonomia da Atividade, a atividade nunca coincide com a tarefa, ou seja, o trabalho nunca é realizado da forma como se prescreve. Leplat e Hoc (1983 citado por Salerno, 1991) apontam que se “a tarefa indica o que se tem para fazer; a atividade, o que se faz” (p. 135). Na opinião de Salerno (1991), o que faz uma fábrica funcionar não é a prescrição da tarefa, mas sim a atividade de trabalho, que se desenvolve através de uma “série não prevista de fluxos de informação entre os trabalhadores, que rompem as barreiras da prescrição” (Salerno, 1991, p. 137).

Para Montmollin (1990), a distinção entre o prescrito e o real foi desencadeada pela separação prescrição-execução, desenvolvida pela Organização Científica do Trabalho. De acordo com Wisner (1994), uma das causas dessa diferença é o facto de que “os meios que dispomos para trabalhar

e a maneira como eles funcionam estarem longe de ser estáveis” (p. 93), e que Vasconcelos (2008) reconhece se tratar de uma “estabilidade ilusória”.

Para outros autores existe um desvio incontornável entre essas duas noções. Para Guérin et al. (2001), a distância entre o prescrito e o real é a manifestação concreta da contradição sempre presente no ato de trabalho, entre “o que é pedido” e “o que a coisa pede”. O mesmo é defendido por Hubault (2004), que afirma se tratar de uma descontinuidade fundamental e fundadora da Ergonomia da Atividade, que obriga a distinguir o que se solicita ao Homem – a tarefa, e o que isto, para ser realizado, solicitada a ele, ou seja, o que se pede ao trabalhador e o que isso lhe pede.

5.2. Entre a Tarefa e a Atividade: a Variabilidade

A variabilidade é definida como a qualidade daquilo que é variável, sinónimo de volubilidade ou inconstância (Dicionário Priberam Online, 2016). É a tendência de algo se alterar, de mudar ou variar em função de um valor determinado. A ideia de variabilidade ganhou destaque com o desenvolvimento e a aplicação de conceitos estatísticos, e com a visão de que o mundo que vivemos é probabilístico, e portanto, sujeito constantemente a fontes de variação. A variação por sua vez, é vista como pertencente ao mundo natural, intrínseca ao universo e, logo, à natureza humana. Trata-se de um conceito atualmente desenvolvido e utilizado em diversas áreas do conhecimento³⁵.

Para a Ergonomia da Atividade, a variabilidade é aquilo que alicerça a diferença entre a tarefa/trabalho prescrito e a atividade/trabalho real (Daniellou, 2005; de Keyser, 1992; Guérin et al., 2001). Cunha (2011) aponta que

o trabalho prescrito se propõe neutralizar as fontes de variabilidade do real, sendo, por isso, definido frequentemente de forma a-histórica e atemporal, [mas que] o trabalho real é a expressão dos compromissos entre os objetivos definidos, os recursos disponíveis e a imprevisibilidade de que se reveste a atividade nos seus contextos, pautada pela variabilidade e por constrangimentos, em parte, sempre inantecipáveis. (p. 57)

³⁵ Na Estatística, por exemplo, a variabilidade é a medida da dispersão de um valor, e diversas são as maneiras de a medir, como, por exemplo, a variância e o desvio-padrão, devendo sempre ser considerada em qualquer análise estatística. Já na teoria do Controlo Estatístico dos Processos, baseada no controlo das variações dos processos, a variabilidade é originada de causas comuns e causas especiais. Já a Teoria dos Sistemas considera a variação como uma característica inerente a todos os sistemas. De acordo com Fujita (2006) “nenhum sistema (i.e., combinação de artefactos e seres humanos) pode evitar mudanças.... Mudanças ocorrem continuamente através da vida de um sistema... isso deve ser encarado como destino” (p. 19).

Assim, se é a variabilidade o elemento que mantém o hiato entre o trabalho prescrito e o trabalho real, é preciso compreender como ela se expressa, de onde advém e qual o seu impacto na atividade de trabalho.

5.2.1. A VARIABILIDADE COMO UMA CARACTERÍSTICA A SER ELIMINADA OU REDUZIDA

Apesar da variabilidade ser considerada como intrínseca aos sistemas e organizações, é vista como uma características a ser eliminada, ou pelo menos reduzida³⁶. A variabilidade é considerada, muitas vezes, como um elemento catalisador de modos de produção degradados, panes, incidentes e acidentes, podendo representar graves riscos para os operadores, os sistemas de produção, o ambiente e as populações envolventes (Daniellou e Garrigou, 1992; Garrigou et al. 2001). Para Duraffourg (2013), a variabilidade é também fonte de complexidade pois “a complexidade da atividade de trabalho resulta justamente dos imperativos de gestão da variabilidade dessas condições” (p. 41).

Mas no ponto de vista da Ergonomia da Atividade, embora a variabilidade possa ser reduzida, ela não pode ser eliminada: eventos inesperados e situações não-prescritas sempre existiram e continuarão a existir. Garrigou et al. (2001) citam numerosos estudos que colocaram em evidência que diversas formas de variabilidade podem ser encontradas nos quotidianos de trabalho e defendem que “a maioria das variabilidades possui um caráter ‘irredutível’” (p. 3).

É sobre essa parte residual, indelével, da variabilidade que a Ergonomia se dedica, partindo do pressuposto que a variabilidade deva ser reconhecida como inerente aos processos produtivos, por mais controláveis e estáveis que eles sejam (ou aparentem ser).

5.2.2. OS TIPOS DE VARIABILIDADE

Na Ergonomia da Atividade, defende-se que a variabilidade impacta diretamente nos contextos de produção (Daniellou, 2005; Daniellou e Béguin, 2007; Guérin et al., 2001). Ao entender as organizações como sistemas sociotécnicos, argumenta-se que suas variações advêm de ambos seus componentes técnicos e sociais.

³⁶ No Controlo de Processos, por exemplo, entende-se que ela deva ser eliminada ou controlada, sendo necessário atuar sobre as suas causas. No modelo japonês de qualidade, a variabilidade é vista como sendo inversamente proporcional à qualidade, ou seja, quanto maior a variabilidade de um processo, pior é a qualidade dos produtos originados desse processo.

5.2.2.1. Variabilidade dos Indivíduos

A variabilidade dos indivíduos de uma organização decorre tanto da diversidade das variações entre eles quanto num mesmo indivíduo (Guérin et al., 2001). Esse reconhecimento marca uma das diferenças entre a perspectiva da Ergonomia e do Taylorismo. Wisner e Marcellin (1975 citado por Daniellou e Béguin, 2007) entendem que "a abordagem ergonômica se caracteriza por uma atenção à diversidade da população envolvida pelos dispositivos técnicos e organizacionais, e nisso se opõe a uma abordagem taylorista, que se refere explicita ou implicitamente à noção de 'homem médio'" (p. 284). Por isso, alguns autores da Ergonomia da Atividade (Guérin et al., 2001; Rabardel et al., 1998), contestam a ideia estatística de Homem, ou trabalhador, médio.

As diferenças entre indivíduos distintos, ou a variabilidade interindividual, são as mais notáveis e reconhecidas. Observa-se tais diferenças principalmente em relação aos aspetos anatómicos, fisiológicos e psicofisiológicos. São diferenças decorrentes do género e idade, mas também de medidas antropométricas, como estatura, peso, etc. Além disso, indivíduos possuem deficiências e necessidades específicas, como, por exemplo, diferentes níveis de acuidade visual, auditiva, etc. Outro aspeto é a diversidade de reações fisiológicas dos seres vivos a uma dada situação. Wisner (1994) exemplifica que "dentro de uma mesma população, variam consideravelmente as reações diante da ingestão de uma mesma dose de álcool ou da mesma exposição ao benzeno ou ao ruído" (p. 19). Mas para além disso, os indivíduos se distinguem a partir da sua história de vida e de suas experiências, pois para além do seu capital genético e das respostas fisiológicas, cada indivíduo carrega consigo a sua história pessoal de saúde e de patologias, contendo as

marcas acumuladas das agressões físicas e mentais sofridas ao longo da vida. Ele traz também seu modo de vida, seus costumes pessoais e étnicos, seus aprendizados. Tudo isso pesa no custo pessoal da situação de trabalho em que é colocado. (Wisner, 1994, p. 19)

Para além da diversidade entre os indivíduos, cada indivíduo também está sujeito a variações. Guérin et al. (2001) apontam que as variabilidades intraindividuais são evidenciadas principalmente a partir do tempo: em prazos de tempo mais curtos, como, por exemplo, uma escala diária, é possível observar diferentes respostas do organismo, como por exemplo, os ritmos biológicos circadianos³⁷, as capacidades cognitivas, de memória, etc. Também são evidentes os

³⁷ Esses ritmos se manifestam de diversas maneiras, como, por exemplo em variações dos estados funcionais de acordo com a hora do dia, liberação hormonais, sensibilidade a tóxicos e medicamentos, etc.

efeitos da idade e do envelhecimento biológico, pois ao longo da vida, o estado funcional de um indivíduo se altera: as funções do corpo humano, sejam elas biomecânicas, cardiovasculares, pulmonares e musculares sofrem uma redução da sua capacidade máxima, os órgãos sensoriais perdem parte de seu poder discriminativo, o sono fica mais vulnerável e o organismo torna-se mais sensível às variações de horários e de ambiente. Por isso, interessa estudar os efeitos do envelhecimento dos trabalhadores, no que concerne tanto as perdas dos indivíduos ao longo da idade quanto a adaptação das situações de trabalho aos trabalhadores idosos. Essa é particularmente uma preocupação atual nos países desenvolvidos, decorrentes do aumento da expectativa de vida e envelhecimento da população ativa (Dul et al., 2012).

5.2.2.2. Variabilidade dos Componentes Técnicos

Em relação aos componentes técnicos das organizações, a variabilidade se manifesta ao longo das diversas etapas da produção e se origina a partir de diversas fontes: diferenças entre produtos e serviços, quebra ou mau funcionamento de máquinas e equipamentos, desgaste de ferramentas, variações em matérias-primas de diferentes fornecedores, diferenças nos produtos finais, diferentes objetivos da produção e nas suas condições de execução, etc. São também causadas por alterações de diversas maneiras, entre elas situações não-previstas, as ocorrências, os incidentes e os eventos inesperados.

Guérin et al. (2001) distinguem duas grandes categorias de variabilidade oriunda dos componentes técnicos: variabilidade normal e variabilidade incidental. A primeira é decorrente do próprio tipo de trabalho efetuado e das suas características: “as diferentes corridas de um motorista de táxi, ou os diversos pedidos dos clientes numa loja” (Guérin et al., 2001, p. 48). Já a variabilidade incidental é aquela não seria “normal” de ser encontrada, ou seja, que não é planejada: “uma peça mal lixada que não se encaixa, uma ferramenta que quebra, um dossiê incompleto” (Guérin et al., 2001, p. 48). O Quadro 3 exemplifica alguns exemplos da variabilidade normal.

Quadro 3 – Exemplos de variabilidade normal (adaptado de Guérin et al., 2001).

Variações sazonais no volume da produção	Uma fábrica de chocolate sabe que tem de enfrentar um pico de produção antes do período das festas de fim de ano, um escritório de contabilidade passa por uma atividade mais intensa no período dos balanços, etc.
---	---

Quadro 3 – Exemplos de variabilidade normal (adaptado de Guérin et al., 2001)(continuação).

Variações periódicas decorrentes da natureza da produção	Numa administradora de crédito, uma quinzena será empregada para fazer e mandar os extratos, a outra para verificar os pagamentos; num serviço de atendimento hospitalar, a manhã poderá ser reservada para atender os pacientes, e a tarde para marcar consultas por telefone.
Diversidade dos modelos de produtos ou dos tipos de serviço oferecidos	Os diferentes modelos de um veículo que se sucedem numa linha de montagem, as múltiplas edições de um jornal regional, as variantes nas fórmulas de um adubo produzido num mesmo laboratório.
Variações nas matérias-primas decorrentes de diferentes fornecimentos	As variações no tipo de petróleo cru numa refinaria, a multiplicidade do número de fornecedores de freios numa linha automotiva, etc.

Parte da variabilidade normal é previsível e logo parcialmente controlada, como, por exemplo, as variações sazonais no volume da produção, as variações periódicas devido à natureza da produção, a diversidade dos produtos e serviços oferecidos, as variações nas matérias-primas. Tais variações são possíveis de serem programadas pelas empresas, apesar da sua ocorrência junto aos operadores ser “mais ou menos esperada, mais ou menos brutal, e suas consequências para as operações de produção mais ou menos previsíveis” (Guérin et al., 2001, p. 49). Já uma outra parte da variabilidade normal é incidental, e portanto aleatória, como os exemplos mostrados no Quadro 4. Ou seja, mesmo que o momento e a forma precisa dessas variações sejam imprevisíveis, certos elementos dessa variabilidade são do conhecimento do operador, que espera uma frequência mais elevada de certos incidentes em certos momentos.

Quadro 4 – Exemplos de variabilidade normal incidental (adaptado de Guérin et al., 2001, p. 49).

Variações instantâneas da demanda, em natureza e volume, nos serviços que têm contato com uma clientela	Entradas no pronto-socorro de um hospital, fluxo no guiché de uma estação.
Acidentes que ocorrem num dispositivo técnico ou na rede de energia	Pane ou desajuste de uma máquina, mau funcionamento de um sensor, quebra de uma ferramenta, pane elétrica, diminuição na pressão do ar.
Variações imprevisíveis do material sobre o qual se trabalha	Rochas repentinamente mais duras numa mina, presença de cardumes para os pescadores, rompimento do papel numa gráfica, rosca com rebarbas impedindo fixação do parafuso.
Variações do ambiente	Metereologia, congestionamento no tráfego para um motorista.

5.3. A Regulação e as Estratégias Operatórias

Reconhecido o caráter inerente da variabilidade nos contextos produtivos, a Ergonomia da Atividade interessa-se por analisar como ela impacta na realização do trabalho. Para Daniellou e Béguin (2007), a diversidade e a variabilidade, da produção e das pessoas, constituem dimensões importantes visto que influem diretamente na atividade de trabalho. Duraffourg (2013) refere que, nos contextos de trabalho, há um “mundo de variabilidades” a ser gerido, e que “as exigências dessa gestão dão lugar à elaboração de estratégias de antecipação, de procedimentos de troca de informações, muitas vezes, informais, de processos complexos de regulações individuais e coletivas, etc.” (p. 43). Ou seja, para definir aquilo que os operadores fazem ao se deparar com a variabilidade e as diversas situações nas quais ela se manifesta, recorre aos conceitos de regulação e estratégias operatórias.

5.3.1. A REGULAÇÃO DA ATIVIDADE

Para a Ergonomia da Atividade, a presença da variabilidade impacta diretamente no planejamento feito pelo operador para desenvolver a sua atividade, que precisa ser reconsiderado a cada evento que surge. Por isso, quando ocorrem situações inesperadas, variações, incidentes, é preciso que a atividade seja ajustada à nova situação (Guérin et al., 2001). Ou seja, a variabilidade exige que o trabalhador “mobilize novos recursos cognitivos para planejar e realizar o trabalho” (Trierweiler et al., 2008, p. 104). Logo, a ideia de regulação origina-se da presença de variabilidade.

Assim, o conceito de regulação expressa os mecanismos utilizados pelos sujeitos para responder às exigências de natureza distintas no trabalho e para a construção de representações na e para a ação, que estruturam as estratégias cognitivas (Faverge, 1992 e Weill-Fassin, 1993 citados por Pinho, Abrahão e Ferreira, 2003). Ou seja, os processos cognitivos mobilizados pelos operadores são necessários “tanto para elaborar a tarefa e executar sua atividade, assim como para poder lidar com as variabilidades e as imprevisibilidades presentes no seu cotidiano laboral e assegurar a eficácia de suas ações” (Trierweiler et al., 2008, p. 101).

Para Hubault (2004), a descontinuidade tarefa e atividade vem de um conflito de lógicas, e a competência dos operadores é precisamente encontrar os meios para gerenciá-lo, por meio de compromissos operatórios que constituem suas atividades. É a partir dessa necessidade de gestão que o trabalhar é visto como uma atividade estritamente humana, dada a capacidade de gerir variáveis inantecipáveis e tomar decisões. Como apontam Diniz, Assunção e Lima (2005),

a todo instante, os mecanismos cognitivos e as habilidades práticas dos trabalhadores são colocados em ação de forma a garantir os objetivos da produção e os seus próprios objetivos. A situação é mantida sob controle por um esforço ativo dos trabalhadores, que, com base em regulações e microrregulações, administram a variabilidade e as disfunções, inevitavelmente presentes em qualquer processo produtivo. (p. 907)

A regulação é, dessa forma, vista como um mecanismo estruturador da atividade. Para além de atingir os objetivos do trabalho e gerir as variabilidades, a regulação tem ainda o papel de gerir o estado interno de saúde do operador. Ou seja, visa, para além de gerir as variações das condições externas e internas da atividade, controlar os seus efeitos, constituindo-se, portanto, como um mecanismo que se estrutura entre o sujeito, as propriedades do meio e os resultados da ação. Assim, a regulação e os seus mecanismos têm, por objetivo, não só obter o resultado a que se visa o trabalho, mas também compensar ou prevenir os disfuncionamentos, e nesse sentido, podem ser entendidos “como uma articulação que o sujeito busca estabelecer, por meio da atividade, entre as exigências das tarefas, as condições postas, a evolução da situação, e com a dinâmica de seu estado interno” (Pinho et al., 2003, p. 170). Como ressalta Faverge (1992 citado por Pinho et al., 2003),

cada trabalhador sente necessidade de regular sua própria produção. Ele mantém igualmente sua atividade em um nível satisfatório para si mesmo e para a organização. O grupo de operários também tende a prevenir o aumento localizado de cadências que conduziriam às reorganizações do sistema para reduzir os desequilíbrios. (p. 170)

Rabardel et al. (1998) entendem que a regulação pode ser implementada de dois modos:

por adaptação, quando o operador se adapta à situação para reduzir o desvio em relação à uma norma fixada; e por arbitragem, pois face a uma situação na qual os elementos são de valores contraditórios (como, por exemplo, segurança, qualidade, conforto, quantidade a produzir, entre outros), o operador arbitra, ou seja, faz escolhas. (p. 43)

De acordo com esses autores (Rabardel et al., 1998) as regulações por adaptação são necessárias por não existirem soluções preestabelecidas visto que cada situação de trabalho é variável, e portanto o operador deve fazer uso de ações tendo em conta os elementos de cada nova situação que se apresenta a ele. Já nas regulações por arbitragem o operador estabelece um compromisso entre os elementos da situação onde os valores se opõem, podendo ser estes compromissos equilibrados, quando, por exemplo, o equilíbrio é conservado entre as exigências de produção e a carga de trabalho, ou não equilibrados, quando, por exemplo, a eficácia do trabalho é maximizada em detrimento da saúde ou da segurança da pessoa. Ou seja, a eficiência, a eficácia e o bem-

estar do sujeito num contexto de trabalho dependem fundamentalmente de sua capacidade de regulação.

5.3.2. AS ESTRATÉGIAS OPERATÓRIAS

Da noção de regulação das situações, emerge o conceito de estratégias operatórias: ações, comportamentos, modos operatórios, distintos daqueles prescritos, desenvolvidos pelos operadores em tempo real. Ou seja, mecanismos de regulação expressos em novas formas de agir, visualizar, ou comunicar, estabelecidas individualmente ou coletivamente. Portanto, se a regulação é uma gestão feita no “aqui e agora” necessária para lidar com a variabilidade, as estratégias operatórias são as manifestações dessa regulação.

Pinho et al. (2003) citam que “ao gerir eventuais disfuncionamentos, o trabalhador modifica procedimentos, avalia alternativas e elabora soluções” (p. 169). Conforme Béguin (2003), a existência de variabilidade é uma das razões pelas quais os usuários não utilizam os sistemas como se espera, modificando-os temporariamente ou permanentemente. São recursos que os trabalhadores utilizam para gerir as variabilidades presentes em maior ou menor grau em qualquer situação de trabalho (Trierweiler et al., 2008), as “improvisações” (Trotter, Salmon e Lenné, 2013), ou ainda, os “macetes” do trabalho (Dejours, 1991).

Logo, as estratégias operatórias têm como objetivo fazer a regulação da situação e portanto, antecipar situações e corrigir desvios, atingir os objetivos do trabalho, lidar com os disfuncionamentos e controlar os efeitos do trabalho sobre si mesmo.

5.3.2.1. As Estratégias Operatórias e o Cumprimento dos Objetivos do Trabalho

Pinho et al. (2003) apontam que a eficiência e eficácia da produção solicitam dos sujeitos a construção de estratégias operatórias apropriadas para a regulação da atividade. Já Telles (1995) afirma que a variabilidade das condições de trabalho é determinante na atividade de regulação empregada pelos trabalhadores para realizar a gestão da variabilidade, e implica na modificação de modos operatórios com o objetivo de manter a qualidade e quantidade de produção. Guérin et al. (2001) ressaltam que

conforme a situação, a margem de manobra de que o operador dispõe para atingir os objetivos de produção é maior ou menor, mas que em quase todos os casos, é possível observar tentativas, por parte dos operadores, para antecipar os eventos a vir e planejar

o desenvolvimento posterior da sua atividade, o que pode envolver uma antecipação com um prazo bem curto, ou um prazo maior, de um dia ou uma semana. (p. 53)

Isso é exemplificado no estudo de Pinheiro, Silva e Oliveira (2010), que evidenciam os motivos que levam os operadores, na realização da tarefa de descarregamento de bobines de fios num processo de fiação de uma indústria têxtil, a fazer opção pelo trabalho manual em detrimento do conforto propiciado pela utilização de um mecanismo automático. Os resultados apontam que com a realização do descarregamento manual, obtém-se um aumento na produtividade do trabalho. Os autores (Pinheiro et al., 2010) constatam que a não consideração das variabilidades existentes na situação real de trabalho quando do estabelecimento do planeamento da produção, do cálculo do quadro de pessoal e das metas de produtividade, faz com que os operadores desenvolvam a estratégia de realizar a tarefa em modo manual, mesmo existindo mecanismos disponíveis para atenuar a sua própria carga física do trabalho.

Mas os modos operatórios e as estratégias operatórias organizam-se em função dos objetivos a cumprir, sendo que “tais objetivos não são somente os objetivos gerais, prescritos e fixados pela empresa, e incluem também os objetivos intermediários que o operador se fixa para atingir os primeiros, além de objetivos mais pessoais” (Guérin et al., 2001, p. 53), como ilustra o exemplo do Quadro 5.

Quadro 5 – Objetivos gerais, intermediários e específicos da atividade (adaptado de Guérin et al., 2001, p. 53).

Objetivos gerais	Fixados pela empresa. Exemplo: usinar 50 peças por dia.
Objetivos intermediários	Fixados pelo operador para atingir os objetivos gerais. Exemplo: usinar 30 peças antes do meio-dia, para ter tempo de limpar a máquina no fim do dia; regular a ferramenta a cada 5 peças para evitar defeitos nas cotas usinadas.
Objetivos específicos	Fixados pelo operador individualmente. Exemplo: não começar uma peça próximo da hora do almoço para não ter que retomar uma usinagem começada; liberar tempo num dado momento para poder falar com um representante sindical.

5.3.2.2. As Estratégias Operatórias e a Gestão da Carga de Trabalho

As estratégias operatórias também são consideradas com um recurso para gerir a carga de trabalho, ou ainda, feitas para economizar o corpo e preservar a saúde. Nesse sentido, vai ao encontro da afirmação de Dejours (1991), de que o operário é efetivamente o mais indicado para saber o que não é compatível com a sua saúde, pois

mesmo se seu modo operatório não é sempre o mais eficaz do rendimento em geral, o estudo do trabalho artesanal mostra que, via de regra, o operário consegue encontrar o melhor rendimento de que é capaz respeitando seu equilíbrio fisiológico e que, desta forma, ele leva em conta não somente o presente mas também o futuro. (p. 42)

Trierweiller et al. (2008) citam que, de uma forma geral, no processo de regulação das variabilidades presentes nos sistemas de trabalho, os trabalhadores produzem modos operatórios para cumprir os objetivos organizacionais e, em última instância, preservar a sua saúde. Para Echternacht (s. d. citado por Pinheiro et al., 2010) trata-se de um compromisso com o trabalho, a responsabilidade pelos resultados obtidos ou mesmo a habilidade em responder às demandas do trabalho, e isso relaciona-se diretamente com a carga de trabalho.

O estudo desenvolvido por Pinho et al. (2003) aponta as estratégias operatórias utilizadas por enfermeiros, num contexto hospitalar, para gerir a informação necessária ao atendimento dos pacientes. Essas estratégias baseiam-se na utilização de um recurso informal externo (anotações pessoais) que visam reduzir a carga mental de trabalho e garantir a fiabilidade de suas ações.

Para Daniellou (1992 citado por Pinheiro et al., 2010), o estado de abertura do leque de modos operatórios que permitem um resultado determina a carga de trabalho. Assim, podemos dizer que a carga de trabalho aumenta na medida em que há uma diminuição do número de modos operatórios possíveis, ou seja, menos possibilidades de alternar maneiras de trabalhar para cumprir os objetivos da produção (Guérin et al., 2001).

5.3.2.3. As Estratégias Operatórias e a Gestão dos Riscos de Acidentes

Além de um recurso para gerir a carga de trabalho, as estratégias operatórias são consideradas um recurso para gerir os riscos de acidentes. Para Trotter et al. (2013), uma vez que é impossível que as organizações desenvolvam procedimentos para todas as possíveis eventualidades, mesmo em organizações altamente conscientes em segurança, a habilidade dos trabalhadores em improvisar de forma apropriada e efetiva adiciona outra dimensão à habilidade das organizações em manter-se seguras. Assim, reconhece-se a existência de um risco sempre residual, que, para Dejours (1991), não é completamente eliminado pela organização do trabalho e deve ser assumido individualmente:

mesmo se o risco é combatido por medidas e regras de segurança, ele quase sempre conta com uma prevenção incompleta pela organização do trabalho, seja devido à

limitação dos investimentos necessários, seja porque o risco ou suas manifestações são mal conhecidos. (p. 64)

O exemplo apresentado por Diniz et al. (2005) evidencia diversas estratégias desenvolvidas por motociclistas profissionais. Tais estratégias constituem, do ponto de vista dos autores (Diniz et al., 2005), a sustentação de um compromisso eficaz entre a produção e a segurança, incluindo portanto “regras de prudência” (p. 911). Discutem ainda como os limites das normas de segurança prescritas não consideram o saber desenvolvido pelos próprios trabalhadores, e defendem que o comportamento dos motociclistas profissionais não decorre de uma transgressão a essas normas, mas sim das fortes exigências e dos limites impostos à ação e à gestão dos riscos a que estão submetidos, que por sua vez são determinados por relações sociais mais amplas, que devem ser analisadas e transformadas (Diniz et al., 2005).

5.3.2.4. As Estratégias Operatórias e as Competências

Os estudos citados mostram como, em cada situação de trabalho, objetivos contraditórios são levados em conta para o desenvolvimento de mecanismos de regulação, e as estratégias servem para lidar com os desequilíbrios e as incompatibilidades existentes entre as diferentes lógicas – da produção, dos trabalhadores, e dos usuários (Trierweiler et al., 2008). Para desenvolver estratégias, o trabalhador mobiliza seu conhecimento, construído ao longo de sua experiência. Dejours (1991) cita que os

operários aprendem, aos poucos, a interferir nas etapas intermediárias do processo de produção... Ao longo de sua experiência e tempo de trabalho, o operário associa os comentários dos colegas, sobre a qualidade final do produto, aos barulhos da máquina. Este saber não está escrito, não se formaliza, mas simplesmente circula entre os trabalhadores, quando existe um ambiente de trabalho onde há companheirismo. A transmissão desses conhecimentos é puramente oral. O conjunto de “macetes” assim acumulados e coletivamente partilhados pelos trabalhadores é o que faz a fábrica funcionar. Não nos enganemos, não se trata aqui de detalhes secundários! *O essencial do saber* é veiculado e utilizado de operário a operário, sem intervenção da direção da fábrica, ao contrário do que postula a Organização Científica do Trabalho. (p. 105)

As estratégias operatórias baseiam-se no saber fazer da atividade e, por isso, o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o conceito de competência. De acordo com Fleury e Fleury (2001), o debate em torno do conceito de competência nascido em França nos anos 70, partiu do questionamento do conceito de qualificação e do processo de formação profissional, principalmente técnica. Segundo esses autores (Fleury e Fleury, 2001), “buscava-se

estabelecer a relação entre competências e os saberes – o saber agir – no referencial do diploma e do emprego" (p. 186).

Como defende Lawler (citado por Fleury e Fleury, 2001), se no modelo taylorista, a ideia de qualificação é suficiente, sugerindo o conjunto de habilidades e requisitos definidos a partir do desenho do cargo, isso já não atenderia as demandas de uma organização complexa, mutável, num mundo globalizado.

Enquanto prevaleceu o modelo taylorista e fordista de organização do trabalho e de definição das estratégias empresariais, o conceito de qualificação propiciava o referencial necessário para se trabalhar a relação profissional indivíduo-organização. A qualificação é usualmente definida pelos requisitos associados a posição, ou ao cargo, ou pelos saberes ou estoque de conhecimentos da pessoa, os quais podem ser classificados e certificados pelo sistema educacional. (Fleury e Fleury, 2001, p. 185)

Por outro lado, a competência constitui uma nova forma de qualificação, ainda emergente (Lima, Zambroni-de-Souza e Araújo, 2015). Segundo Zarifian (2003 citado por Lima et al., 2015), alguém é tanto mais qualificado quanto mais é autônomo no seu trabalho, definindo por si mesmo as regras (leis) de sua própria ação. Trata-se portanto de uma verdadeira inversão de valores em relação à tradição taylorista. Para Lima et al. (2015), o termo competência mostra-se mais apropriado para expressar as novas demandas requeridas dos trabalhadores pelo sistema produtivo, tais como iniciativa, flexibilidade, polivalência, multifuncionalidade, cooperação e autonomia.

Ao contrário da ideia de qualificação, a noção de competência centra-se no saber agir em determinada situação, não existindo fora de um contexto e de uma aplicação: as competências são sempre contextualizadas, ou seja, os conhecimentos e o *know-how* não adquirem *status* de competência a não ser que sejam comunicados e utilizados (Fleury e Fleury, 2001). Duraffourg (2013) cita que a experiência de trabalho é central para o funcionamento de qualquer empreendimento. Alguns autores (Le Boterf, 2006; Schwartz, 1998; Zarifian, 2004) propõem modelos para explicar a noção de competência.

Podemos associar esse saber ao que Dejours (2005) denomina como a “inteligência da prática”. Já Menegon (1999) se refere à capacidade do trabalhador de desenvolver formas alternativas de obter os objetivos aos quais seu trabalho se destina como sendo uma “astúcia” ou “inteligência inovadora”.

Por isso, a possibilidade de desenvolvimento de estratégias operatórias é importante para a construção da saúde, da garantia da segurança e do cumprimento dos objetivos do trabalho.

5.3.2.5. A Visão Formal a Respeito das Estratégias Operatórias

Apesar de fundamentais para a regulação da situação, para o cumprimento dos objetivos do trabalho e para a gestão dos riscos e dos seus efeitos, as estratégias operatórias são comumente vistas como transgressões ou incumprimentos daquilo que é previsto. Os exemplos citados mostram que o descumprimento das normas pelos operadores muitas vezes é necessário para o cumprimento dos objetivos das tarefas, pois algumas situações de trabalho são concebidas e planejadas em dissonância com a realidade e, portanto, não preveem a variabilidade existente no processo de trabalho e tampouco a variabilidade fisiológica humana (Pinheiro et al., 2010).

O estudo de Pinheiro et al. (2010) aponta que a opção por não utilizar o mecanismo automático é vista como uma transgressão à norma (que prescreve que o descarregamento de bobinas de fio deve ser feito utilizando-se o mecanismo automatizado). Diniz et al. (2005) também citam essa mesma visão em relação aos motociclistas profissionais, e referem-se a uma “hipocrisia social”, uma vez que avaliamos positivamente o seu trabalho, mas negativamente o seu comportamento, como se um e outro existissem separadamente. Trotter et al. (2013) apontam que a “improvisação” tem sido vista como um potencial fonte de riscos e infrações, e logo, algo que deve ser prevenido ou controlado.

Infelizmente, essa visão pejorativa é ainda predominante nas empresas, assim como nas instituições ligadas à Segurança do Trabalho. Ela parte de uma ideia de que são as regras que governam as ações, e logo o comportamento do indivíduo como sendo fruto de regras postas em prática no momento da ação (Diniz et al., 2005). Nessa perspectiva,

os atores sociais agiriam em conformidade com as alternativas de ação – obrigatórias e preestabelecidas – como se fossem “idiotas culturais”, adotando condutas automáticas e impensadas (Coulon, 1995)... Assim, quando ocorre um erro ou acidente, são investigados os desvios em relação às regras prescritas ou procuradas regras inadequadas, o que institui a regra como modelo da atividade e da prevenção. (Diniz et al., 2005, p. 907)

É dessa visão que se desenvolve as práticas de prevenção tradicionais, partindo de uma concepção racionalista do comportamento humano, como se este fosse determinado exclusivamente pela consciência, e citam que, nessa perspectiva, toda falha decorreria de uma decisão humana, e logo

as ações de controlo estão focadas em evitar os desvios e formar os sujeitos de forma a reforçar um “comportamento seguro” (Diniz et al., 2005).

Do mesmo modo, Coulon (1995) aponta que mesmo os estudiosos da Sociologia têm “supersocializado” o comportamento dos atores, carregando uma hipótese sobre a interiorização das normas, que por sua vez provocariam condutas “automáticas” e “impensadas”. Para o autor (Coulon, 1995), essa hipótese “não dá conta da maneira como os atores percebem e interpretam o mundo, reconhecem o familiar e constroem o aceitável, e não explica como as regras governam concretamente as interações” (p. 19). Na opinião do autor,

os fatos sociais devem ser considerados como construções práticas: é a razão pela qual, segundo H. Garfinkel, os fatos sociais não se impõem a nós, contrariamente ao que afirma Durkheim, como uma realidade objetiva: os fatos sociais não devem ser considerados como coisas, mas como construções práticas. Entre uma regra, instrução ou norma social, e sua aplicação pelos indivíduos abre-se um imenso campo de contingências: aquele engendrado pela prática que nunca é pura aplicação ou simples imitação de modelos pré-estabelecidos. (Coulon, 1995, p. 19)

Weill-Fassina et al. (1993 citado por Béguin, 2007b) sintetizaram essa posição, escrevendo que “as ações não podem ser reduzidas à efetivação de respostas a estímulos recebidos, mais ou menos passivamente” (p. 323). De acordo com Lacomblez (2011 citado por Cunha, 2011), os modos operatórios não podem ser vistos a partir de uma visão estreita de um behaviorismo que não conteria nada mais do que um determinismo mecanicista, devendo portanto ser recusada a aceitação do comportamento como manifestação de uma vontade individual, como uma “liberdade” isenta de quaisquer constrangimentos.

Echternacht (2004) alerta que muitas vezes o conteúdo normalizador é inadequado à realidade da produção, podendo se tornar verdadeiras “camisas de força” frente às exigências de desempenho operatório. Além disso, não podemos ignorar que infelizmente, a adoção de um compromisso cognitivo inadequado poder provocar desempenho insuficiente, fadiga excessiva, perda do controlo da situação, e em caso extremo, desencadear um acidente (Diniz et al., 2005). Por isso, é preciso compreender o conceito de “margens de manobra”, ou seja, “o espaço de compromissos possíveis para o operador e os limites que ele não pode ou não deve atravessar sem riscos para ele ou para a empresa” (Rabardel et al., 1998, p. 43).

Em suma, a Ergonomia da Atividade defende que, apesar de serem comumente perspectivadas como uma transgressão ou como um incumprimento do plano previsto, as estratégias operatórias

possuem um papel regulador, que permitem cumprir os objetivos do trabalho. Cunha (2011) cita que elas devem também serem interpretadas de forma positiva e até como algo esperado do trabalhador, pois

se é a atividade de trabalho que protagoniza o desvio entre a tarefa e a atividade, ao fazê-lo constitui-se também como o lugar onde novas formas de fazer contribuem para renovar a experiência e o patrimônio de saberes dos trabalhadores. (p. 57)

5.4. O método da Análise Ergonómica do Trabalho

De acordo com a Ergonomia da Atividade, é preciso compreender o trabalho a fim de transformá-lo (Guérin et al., 2001). Ou seja, antes de buscar a modificação, é preciso entender aquilo que está em jogo naquela determinada situação. Para isso, a Ergonomia da Atividade constitui-se como uma abordagem que sustenta-se a partir de métodos específicos.

O método da Análise Ergonómica do Trabalho – AET, foi desenvolvido inicialmente por Wisner (1987) e sistematizado posteriormente por Guérin et al. (2001). De acordo com Cunha (2011), “encontra-se sustentado no conhecimento das situações concretas em que a atividade é desenvolvida, e institui-se assim, como condição preliminar da intervenção e transformação dessas situações” (p. 58). Direciona-se a diversos campos de ação:

concepção dos próprios produtos, para facilitar sua fabricação, redefinição do serviço de atendimento ao cliente, concepção das construções ou dos espaços de trabalho, concepção das máquinas e ferramentas, concepção dos sistemas de tratamento de informação, elaboração dos procedimentos ou auxílios ao trabalho, organização geral da empresa e distribuição das missões entre os diferentes departamentos, organização do trabalho e distribuição das tarefas, elaboração de planos de formação, organização da circulação de informações sobre as dificuldades encontradas, etc. (Guérin et al., 2001, p. 181)

Além disso, pode servir para encontrar soluções ligadas aos dispositivos técnicos assim como à organização do trabalho: “seus resultados podem contribuir quando se trata de aspetos os mais gerais da organização do trabalho, da organização da empresa, da escolha dos operadores e dos executivos, da formação, da gestão e da contabilidade” (Wisner, 2004, p. 44).

Partindo da diferenciação conceptual entre tarefa e atividade, a AET busca revelar o quê do trabalho que está para além das normas e regras preconcebidas, e por isso possibilita identificar as múltiplas exigências das tarefas e as estratégias adotadas pelos sujeitos para geri-las. A AET ressalta particularmente as regulações que os operadores são levados a efetuar para levar em conta as singularidades e a variabilidade das situações (Rabardel et al., 1998). Assim, abre espaço

para o reconhecimento de que há outras formas de realizar “aquilo que o trabalho pede” (Hubault, 2004) e revela que há diversas maneiras de realizar “o quê” (Cunha, 2011). Assim, para compreender o trabalho, é preciso analisar quais são as condições de execução do trabalho, os objetivos a cumprir, assim como as incompatibilidades entre eles. Por fim, é preciso compreender como todas essas questões impactam na forma como o trabalhador interage com o sistema de trabalho.

A AET é, como afirma Wisner (2004), um método destinado a examinar a complexidade, sem colocar em prova um modelo escolhido *a priori*. E ainda, “por ter uma natureza micro, permite desvendar certos recursos que, em outra abordagem metodológica, poderiam passar despercebidos” (Pinho et al., 2003, p. 176). Dessa forma, busca analisar o trabalho e fazer emergir o ponto de vista da atividade.

5.4.1. AS ETAPAS DO MÉTODO DA ANÁLISE ERGONÓMICA DO TRABALHO

O método da AET, conforme sistematizado por Guérin et al. (2001), contempla as seguintes etapas principais:

- Análise da demanda;
- Análise global da empresa;
- Análise da população de trabalhadores;
- Definição das situações de trabalho a serem estudadas;
- Descrição das tarefas prescritas e das atividades desenvolvidas para executá-las;
- Estabelecimento de um pré-diagnóstico;
- Observação sistemática da atividade;
- Elaboração do diagnóstico ou diagnósticos;
- Validação do diagnóstico;
- Elaboração de recomendações e acompanhamento da transformação.

Descrevemos a seguir cada uma delas³⁸.

- *Análise da Demanda*

³⁸ Destacamos aquelas que foram mais relevantes no desenvolvimento da investigação.

A demanda constitui o ponto de partida de uma ação ergonómica, sendo que sua formulação inicial é quase sempre colocada ao ergonômista em termos de problemas a resolver, em geral isolados de seu contexto. Por isso, o ergonômista deve instruir a demanda, visto que "os problemas expressos na demanda refletem em geral somente uma parte dos que se relacionam à situação de trabalho" (Guérin et al., 2001, p. 89). Após buscar as informações pertinentes, o ergonômista deve identificar o que está em jogo, e verificar se as finalidades que se busca alcançar são compatíveis com uma ação ergonómica. Rabardel et al. (1998) citam que a análise da demanda deve conter principalmente as seguintes dimensões: o problema, os atores, as questões em jogo, o campo de ação potencial e o contexto geral.

A demanda pode ter origem de diversas entidades, como, por exemplo, as direções das empresas, dos trabalhadores, de organizações sindicais, de um conjunto de parceiros sociais ou de instituições públicas ou organizações profissionais (Guérin et al., 2001). Em geral, quando o ergonômista é solicitado, já existe uma história da demanda a ele dirigida:

atores emitiram uma preocupação, outros foram comunicados, representações da questão foram construídas, tentativas de tratamento já ocorreram. Os problemas levantados comportam prioridades de vários protagonistas. O demandante "físico" que contata o ergonômista nem sempre tem o poder de permitir a intervenção. (Daniellou e Béguin, 2007, p. 292)

Logo, "a análise da demanda pressupõe, em geral, que o ergonômista se encontre com uma diversidade de atores, portadores de uma parte da história ou dos desafios" (Daniellou e Béguin, 2007, p. 292). O primeiro passo é identificar as questões que motivam a demanda e os objetivos prosseguidos pelas várias partes, pois

os pontos de vista expressos são geralmente bastante diferentes entre uns atores e outros e os diferentes atores não necessariamente identificam os mesmos problemas. O ergonômista profissional deve considerar esses diferentes pontos de vista em sua análise e em suas proposições. (Rabardel et al., 1998, p. 75)

Assim, o problema deve ser descrito a partir dos diferentes aspetos identificados pelos atores da empresa e dos primeiros elementos de informação recolhidos (dados, opiniões). Os atores devem ser identificados, mas também posicionados em relação ao problema, sendo possível distinguir notadamente

os atores que vivem o problema, eles são afetados ou sofrem o problema ou certos aspetos dele; e os atores que se exprimem em relação ao problema, que podem ser

exteriores ao problema (um médico do trabalho, por exemplo) ou fazer parte daqueles que o vivem. (Rabardel et al., 1998, p. 75)

Mas a etapa da análise da demanda é também a da definição da missão da intervenção (Daniellou e Béguin, 2007). Isso porque a Análise Ergonómica do Trabalho caracteriza-se como sendo “orientada para problemas”³⁹ (Wisner, 1995). O ergonomista deve dimensionar a ação ergonómica, delimitando o campo de estudo e avaliando os limites da ação, em função dos diversos recursos disponíveis – tempo, pessoal, financeiro, etc., e apresentar uma proposta de ação, no qual explicita quais as condições para o êxito da ação. Isto significa que a descrição da realidade feita pelo ergonomista depende do problema colocado em determinada empresa, e da necessidade de transformação dessa realidade. Para Daniellou e Béguin (2007) a análise da demanda visa

- identificar a história da demanda e do contexto, os atores envolvidos além do demandante que entrou em contato e as tentativas de resposta já feitas;
- identificar os desafios que a questão colocada abrange, uma diversidade de áreas (económica, gestão de recursos humanos, saúde...) e as pessoas capazes de tomar a iniciativa de permitir a intervenção;
- recolher informações permitindo objetivar os problemas levantados, mas também identificar as representações existentes;
- identificar as representações que os atores têm do ergonomista e de sua contribuição potencial;
- identificar as margens de manobra já explícitas, aquelas que eventualmente podem ser identificadas, os constrangimentos a respeitar e os riscos que a intervenção comporta;
- permitir ao ergonomista avaliar a factibilidade e a pertinência de sua intervenção, propor uma reformulação dos objetivos e modalidades de ação. (p. 292)

- *Análise Global da Empresa*

Finalizada a análise da demanda, o ergonomista deve buscar conhecer o funcionamento da empresa, o que inclui sua dimensão económica e comercial, sua dimensão social e demográfica, as leis e regulamentações às quais se sujeita, o seu ambiente geográfico e a sua dimensão técnica, a produção e sua organização. A recolha dos dados sobre o funcionamento da empresa e sua primeira análise permite situar os problemas a serem abordados.

Daniellou e Béguin (2007) ressaltam que a exploração do funcionamento da empresa permite ao ergonomista identificar situações de trabalho, cuja análise precisa é pertinente para esclarecer as questões levantadas. A análise da empresa deve se basear em dados sociais, técnicos,

³⁹ No original, “*problem-oriented*”.

económicos e organizacionais necessários para uma abordagem global. Para Rabardel et al. (1998), esses dados portam notadamente sobre

os homens e suas competências na empresa (sexo, idade, antiguidade, estado psicofisiológico, nível de formação, experiências, competências...); a tecnologia e o funcionamento da empresa e da sua unidade industrial (dispositivos técnicos e materiais, processos técnicos, seus estados de funcionamento, seus fluxos, as restrições que eles impõem, os resíduos, as sucatas, os disfuncionamentos, a manutenção...); a posição económica da empresa no mercado; a organização do trabalho (conteúdo das tarefas, instruções, circulação de informações, normas qualitativas e quantitativas de produção); as modalidades de controlo dos resultados do trabalho. (p. 105)

Mas, evidentemente as escolhas dos dados a recolher dependem da demanda e do problema a tratar, pois não se trata de proceder uma análise fina social, técnica, económica e organizacional, mas de identificar os principais determinantes em relação ao trabalho real e seus efeitos (Rabardel et al., 1998).

- *Análise da População de Trabalhadores*

Juntamente da análise global da empresa, o ergonômista deve buscar compreender a sua população trabalhadora ou a população trabalhadora pertinente para a demanda apresentada. Para essa análise podem ser recolhidos dados diversos, como exemplificam Guérin et al. (2001): as estruturas de idade, a mobilidade interna e externa, as qualificações e as formações exigidas para a contratação, os contratados das empresas prestadoras de serviço e dados sobre o estado de saúde.

A população dos trabalhadores de uma empresa apresenta frequentemente diversidade, mas às vezes, ao contrário, apresenta homogeneidade no que diz respeito à idade, sexo, antiguidade na empresa, qualificação e estado de saúde (Guérin et al., 2001). Por isso, o conhecimento dessa diversidade, ou dessa homogeneidade, traz informações a respeito do funcionamento da empresa, de suas políticas de contratação, demissão, carreira, e formação, e também sobre sua política de organização do trabalho, em relação às condições de trabalho.

Logo, a análise da população trabalhadora é fundamental na ação ergonómica e permite determinar o alvo dessa ação.

- *Definição das Situações de Trabalho a Serem Estudadas*

Conforme citam Guérin et al. (2001), os dados provenientes da análise da demanda e de um primeiro conhecimento do funcionamento da empresa e da população trabalhadora constituem um conjunto de informações bastante diversas que vão guiar o ergonômista na escolha das situações particulares que irá analisar. Dependendo dos objetivos a alcançar, o ergonômista pode optar por modos de descrição distintos, centradas em componentes diversos, como, por exemplo: na estrutura dos processos técnicos, nas ferramentas e nos meios de informação, nas relações entre as variáveis de um dispositivo, nos procedimentos, na dependência e limites temporais das ações e eventos e no arranjo físico do dispositivo técnico (Guérin et al., 2001).

Daniellou e Béguin (2007) salientam que a identificação das situações que serão analisadas em detalhe condiciona a estratégia da apresentação do ergonômista em relação aos atores da empresa, por isso é fundamental assegurar que os responsáveis, a supervisão, os representantes dos trabalhadores e os assalariados dos setores envolvidos fiquem a par da presença e da missão do ergonômista.

Claramente, as questões provenientes da análise da demanda devem ser recolocadas no contexto da situação de trabalho a estudar, e quando a demanda diz respeito a problemas não estritamente localizados num posto de trabalho, escolhas devem ser feitas para saber em quais situações mais específicas vão incidir as primeiras investigações. O ergonômista “deve definir critérios, em vez de submeter-se sem motivo às primeiras sugestões de seus interlocutores, pois em alguns casos, estes podem apoiar suas escolhas em aspetos que não são, necessariamente, os mais apropriados para a eficácia da ação ergonômica” (Guérin et al., 2001, p. 131). Esses critérios são de natureza diversas, podendo variar em função do problema a tratar e da estrutura da empresa. Deve-se priorizar, por exemplo, a

escolha das situações em que as queixas dos operadores são mais urgentes, das situações em que as queixas ou as consequências dos problemas são mais graves para a empresa, escolha das situações em que se encontra a amostra mais ampla dos problemas levantados, escolha das situações que ocupam um papel central no dispositivo e cujo funcionamento tem repercussões a montante e a jusante, escolha das situações que devem ser objeto de transformações num prazo mais ou menos longo. (Guérin et al., 2001, p. 131)

- *Descrição das Tarefas e das Atividades*

Definidas as situações a analisar, o ergonômista deve dar início à análise da tarefa e da atividade. Também é possível nessa etapa, realizar uma análise mais precisa sobre o processo técnico.

Nessa fase, são feitos os primeiros contatos com os operadores, e as observações e a recolha de dados assumem uma forma mais livre, ou aberta. De acordo com Rabardel et al. (1998), a observação livre se realiza assim do contato com a situação que se deve analisar, e tem como objetivo recolher um primeiro conjunto de dados o mais amplo possível da situação, das pessoas, e mais geralmente da empresa. No Quadro 6, apontamos alguns aspetos possíveis de serem abordadas numa observação livre.

Quadro 6 – Aspetos a serem abordados numa observação livre (adaptado de Rabardel et al., 1998, p. 109).

Descrição geral dos elementos em relação ao trabalho dos operadores	peças concernentes, postos de trabalho, matérias-primas, meios, máquinas e ferramentas periféricas utilizadas, instalação das máquinas, fluxo de material e de informação, manutenções, operações observadas, descrição das atividades observadas, frequência das operações observadas e horários.
Problemas vivenciados pelos operadores	autonomia (mudanças de ritmo, tempo de parada, momentos, horários), relações no trabalho (isolamento, <i>co-ação</i> , encadeamentos), monotonia e <i>repetitividade</i> , saúde, conteúdo do trabalho (responsabilidade, interesses, iniciativas, competências, estatuto).
Trabalho prescrito	trabalho prescrito nos ciclos normais (tarefas, operações sequenciais, recuperação dos incidentes, produção demandada, exigências de qualidade, instruções, normas); exigências para a atividade (precisão, minúcia, complexidade); comandos e ferramentas a utilizar; informações a utilizar (sinais, instruções, locais de tomada de informação, verbalizações); incidentes e seus tratamentos.
Características do posto de trabalho	natureza do trabalho (condução, vigilância, montagem, serviço); ambiente geral do posto de trabalho; meios de trabalho.
Ambiente	ambiente térmico e hidrométrico, ambiente sonoro, ambiente luminoso; poeiras, fumos e odores.
Riscos	riscos gerais (quedas, manutenções, eletricidade); riscos específicos (máquinas, queimaduras, produtos tóxicos); acidentes de trabalho e doenças profissionais.
Efeitos do trabalho	sobre os operadores (saúde, competência, segurança); sobre a empresa (produção, quantidade, qualidade, fiabilidade).
Trabalho real	os deslocamentos, as posturas (assentado, de pé, curvado, posição dos membros); os esforços (estáticos, dinâmicos, suas frequências); a coatividade com outros operadores, as comunicações; a mobilização do operador (atenção, tomada de decisão, restrições de tempo); as tomadas de informação e direções do olhar; as recuperações de incidentes, intervenções diversas.

Rabardel et al. (1998) reforçam ainda o facto de que é preciso que nessa fase o ergonómista esteja atento, pois “nem todas as questões identificadas previamente irão se manter como pertinentes, e outras questões podem, em função das circunstâncias, ser exploradas, e que cabe aos atores ergonómicos determinar as que são úteis em função das situações e dos problemas” (p. 109).

- *Estabelecimento de um Pré-Diagnóstico*

Segundo Guérin et al. (2001), as primeiras etapas da análise da situação de trabalho são marcadas por uma atitude de escuta por parte do ergonómista em relação aos seus interlocutores, numa atitude exploratória em relação aos dados e aos factos com os quais é confrontado. Por isso, “a formalização dessas informações e sua contribuição para um esquema explicativo dos problemas levantados pressupõe, em compensação, uma abordagem mais orientada e o emprego de meios de investigação mais específicos” (Guérin et al., 2001, p. 137). Por isso, o ergonómista é levado a focalizar a análise em torno de hipóteses.

Leplat e Cuny (1983) afirmam que para estabelecer um diagnóstico, “há um grande número de sintomas a identificar e a recolher, quer nos documentos de registo, quanto existem, que no estudo da própria atividade” (p. 143), e apontam algumas grandes categorias de sintomas de distinção útil para o ergonómista: os erros, os incidentes críticos, os acidentes, as avarias, os defeitos da produção.

Entretanto, a complexidade e a variabilidade das situações de trabalho raramente levam ao enunciado de uma relação de causa e efeito simples entre uma condição do exercício da atividade e uma dificuldade particular. “O ergonómista é, portanto, levado a formular não uma hipótese, mas várias, relacionadas entre si, cujo grau de detalhamento pode ser mais ou menos elevado” (Guérin et al., 2001, p. 142). Esse conjunto de hipóteses constitui um pré-diagnóstico, que expressam um enunciado provisório de relações entre certas condições de execução do trabalho, características da atividade e resultados da atividade. Nas palavras dos autores (Guérin et al., 2001), o pré-diagnóstico

apresenta uma explicação dos problemas levantados, aponta os elementos que deverão ser levados em conta nas transformações e justifica as investigações que vão ser realizadas. É elaborado a partir das constatações que foi possível fazer ao longo da investigação do funcionamento da empresa, das observações da atividade e dos conhecimentos do ergonómista a respeito do homem no trabalho. (p. 142)

Entretanto, não se deve considerar o pré-diagnóstico como um modelo explicativo levando em conta todos os determinantes do trabalho e os componentes da atividade: “o pré-diagnóstico é, de fato, destinado a ser demonstrado e a persuadir, os fenômenos dos quais ele dá conta devem poder ser descritos e explicados” (Guérin et al., 2001, p. 142).

- *Observação Sistemática da Atividade*

Após a elaboração do pré-diagnóstico, o ergonômista deve retornar à situação, para proceder uma observação sistemática da atividade que poderá confirmá-lo ou não. Essa observação sistemática “deve ser planejada para dar conta do desenrolar da atividade” (Guérin et al., 2001, p. 147), e são, portanto, de outra natureza do que as observações abertas, visto que se destinam a colocar em prova o pré-diagnóstico e as hipóteses que são elaboradas (Rabardel et al., 1998).

O ergonômista possui à sua disposição uma série de observáveis que pode fazer uso na observação sistemática da atividade, e cabe à ele escolher os locais, os momentos e as técnicas de avaliação. Contudo, muitas vezes o meio e os atores da situação mudam rapidamente, as ações são muito diferentes em função das circunstâncias e o operador é confrontado por novos problemas (Guérin et al., 2001). Por isso, “pode ser necessário que o ergonômista mude o tipo de observável no decorrer da observação, para dar conta do que acontece, o que por sua vez exclui então a elaboração de uma codificação muito sistemática” (Guérin et al., 2001, p. 147).

Certos sinais são quase sempre reveladores das dificuldades encontradas pelo operador: “tempos de ação mais longos, hesitações ou, ao contrário, precipitações, paradas abruptas da máquina, etc.” (Guérin et al., 2001, p. 148). E,

de fato, toda observação que pretenda evidenciar a lógica interna da atividade, deve levar em consideração os acontecimentos significativos para a realização do trabalho, seu encadeamento e suas relações. Na prática, isso significa uma atenção para as ações do operador no dispositivo, em especial aquelas que se afastam dos modos operatórios habituais, para as diferentes modalidades de tomadas de informações e as trocas verbais ou através de gestos. (Guérin et al., 2001, p. 148)

- *Elaboração do Diagnóstico ou Diagnósticos*

Ao finalizar a análise da atividade, o ergonômista propõe um diagnóstico local do problema e apresenta os elementos para demonstrá-lo, podendo também propor um diagnóstico global, abrangendo certos aspectos do funcionamento da empresa que são incisivos sobre a situação particular analisada (Guérin et al., 2001). O diagnóstico local é o produto da análise efetuada,

sendo orientado pelos fatores identificados durante a análise da demanda e do funcionamento da empresa, além de sintetizar os resultados das observações, das medidas e das explicitações fornecidas pelos operadores (Guérin et al., 2001).

Para Leplat e Cuny (1983), o termo diagnóstico aqui tem o mesmo sentido que na prática médica: “aplicar-se-á, como em medicina, para identificar uma perturbação que afeta um sistema, com base na análise dos sintomas constatados. A utilidade de um diagnóstico correto é evidente: ele determina a escolha de um tratamento adequado” (p. 137). Mas para Guérin et al. (2001),

contrariamente ao diagnóstico médico, o diagnóstico ergonômico não consiste em relacionar o problema particular a uma classe de problemas já bem-conhecida e estudada: ele é sempre uma criação original que tenta dar conta da integração na atividade dos operadores dos constrangimentos da situação particular. (Guérin et al., 2001, p. 177)

Logo, o diagnóstico deve sintetizar um novo ponto de vista sobre os problemas, uma tomada de posição em relação às representações anteriores da situação de trabalho que não permitiam explicar os problemas encontrados, e apontar os fatores a serem considerados para permitir uma posterior transformação da situação de trabalho.

- *Validação do Diagnóstico*

Mesmo após a elaboração do diagnóstico pelo ergonomista, a “interpretação dos resultados só poderá ser feita em relação com as constatações provenientes da análise da atividade” (Guérin et al., p. 148). Por isso, o diagnóstico deve ser confrontado com os pontos de vista dos operadores e dos departamentos técnicos da empresa. Isso dará ao ergonomista o respaldo suficiente para as recomendações que propõe a seguir.

- *Elaboração de Recomendações e Acompanhamento da Transformação*

De acordo com Guérin et al. (2001), a AET é orientada para permitir uma transformação das situações de trabalho, não tendo por objetivo principal descrever as situações existentes. Por isso, assim que o diagnóstico esteja validado com os atores, o ergonomista deve propor referências para a transformação da situação de trabalho, que podem incidir, ao mesmo tempo, sobre os aspetos mais imediatos e sobre certos aspetos envolvendo uma política de conjunto da empresa.

Essa etapa pode também incluir ainda a implantação das soluções que incorporem tais recomendações. Guérin et al. (2001) sugerem que, em vez de ir embora após ter deixado suas recomendações, é desejável que o ergonomista possa acompanhar o processo de transformação.

5.4.2. AS TÉCNICAS E FERRAMENTAS PARA A RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS

O método da AET sustenta-se em técnicas de recolha de dados baseadas na observação participante e nas verbalizações dos operadores. Dados complementares também são obtidos de relatórios, documentos, e outras fontes disponíveis sobre a empresa.

Wisner (1994) cita que o principal instrumento do método da AET é, naturalmente, o estudo do comportamento, mas relacionado com a descrição verbal por parte do trabalhador, do que ele fez e, às vezes, com a expressão de sua imagem do funcionamento do sistema. Sendo a observação participante uma das principais técnicas de recolha de dados da AET, a recolha de dados exige a presença do ergonomista no local e durante a realização do trabalho. A observação pode ser realizada de maneira aberta (observações livres, que ocorrem nas primeiras visitas ao posto de trabalho) ou sistemáticas (tendo como foco a recolha de certas categorias de informações com objetivos precisos) (Guérin et al., 2001). Algumas categorias de observáveis são: deslocamentos, direção do olhar, comunicações, posturas, observações em termos de ações ou de tomadas de informação, ou ainda, gestos de ação, gestos de observação e gestos de comunicação. As observáveis relativas ao sistema técnico e ao contexto também são indispensáveis para a compreensão do trabalho, e a dimensão coletiva também deve ser levada em conta nos registos de observação, e contemplar, por exemplo, o número de atores em jogo, a distância entre eles, assim com a escala temporal do desenvolvimento das atividades dos diversos operadores (Guérin et al., 2001). Obviamente, esse tipo de registo é sem dúvida extremamente dependente da capacidade do observador em apreender a situação de trabalho, e muitas vezes os acontecimentos registados não são imediatamente compreensíveis para ele.

Assim, sua explicação se dará somente após entrevistar o operador, e logo “a observação deve... estar prevista para fornecer o diálogo com o operador” (Guérin et al., 2001, p. 148). Ou seja, é preciso ter em conta que toda observação possui limites, e

só se pode observar a atividade por meio de suas traduções manifestas: visíveis por um observador ou registráveis por aparelhos de medida. Assim, se a observação pode ser considerada como o meio mais irrefutável para se chegar a um conhecimento da atividade real, em vários casos mostra-se insuficiente para compreender os motivos dessa atividade, os raciocínios e os conhecimentos em que se baseia. É, no entanto, um apoio indispensável para produzir explicações por parte dos operadores: é a partir de casos concretos que podem ocorrer trocas detalhadas a respeito de eventos e ações efetivamente constatados pelo observador e vividos pelo operador. (Guérin et al., 2001, p. 164)

Por isso, as verbalizações constituem também importante fonte de informações a respeito do trabalho. Para Wisner (2004), a recolha das verbalizações representa uma verdadeira rutura introduzida pelo método da AET, pois à medida que a palavra passa a ser considerada como um comportamento, no caso um comportamento carregado de sentido, abre-se a porta para a interpretação, para a busca do sentido ao mesmo tempo que para uma abordagem muito eficaz dos problemas do trabalho. Rabardel et al. (1998) definem que as verbalizações são os discursos dos operadores, e mais largamente, das outras pessoas presentes na empresa, sobre sua situação de trabalho e sobre o seu trabalho. Por isso, as verbalizações ajudam o ergonômista a abordar o trabalho do operador do ponto de vista daqueles que falam, e sobretudo do ponto de vista daquele que o realiza concretamente. Logo, a recolha das verbalizações é essencial nas diferentes etapas de uma ação ergonómica, visto que,

a atividade não pode ser reduzida ao que é manifesto e, portanto, observável. Os raciocínios, o tratamento das informações, o planeamento das ações só podem ser realmente apreendidos por meio das explicações dos trabalhadores.... As observações e medidas são sempre limitadas em sua duração. Assim, o operador pode ajudar a ressituar essas observações num quadro temporal mais geral.... Nem todas as consequências do trabalho são aparentes. A fadiga, eventuais distúrbios sofridos não têm tradução manifesta; o operador pode expressá-las e relacioná-las com características da atividade. (Guérin et al., 2001, p. 165)

As verbalizações podem ser: espontâneas (nesse caso seu conteúdo depende em grande parte da relação de confiança que se estabelece entre o ergonômista e o operador, da clarificação de seu estatuto e dos objetivos do estudo pelo ergonômista, da compreensão que tem o operador e da sua capacidade de explicitar seu trabalho) ou ainda provocadas ou induzidas pelo ergonômista (nesse caso, seu conteúdo depende igualmente da relação de confiança que se estabelece, mas também da progressão da compreensão do ergonômista da situação de trabalho, e dos objetivos específicos que ele persegue) (Rabardel et al., 1998).

Para induzir as verbalizações, alguns autores utilizam técnicas denominadas de autoconfrontação, que permitem confrontar e validar os dados recolhidos. Segundo Guérin et al. (2001), isso permite aprofundar a análise da atividade, a partir dos dados obtidos, observados e registados pelo ergonômista. A autoconfrontação permite “aceder aos aspetos não-objetiváveis do trabalho, uma estratégia que busca, na palavra livre dos trabalhadores, compreender os sentidos que ele próprio imprime aos resultados obtidos pelo pesquisador” (Diniz et al., 2005, p. 908). Se assemelham, nesse sentido, ao que Rabardel et al. (1998) denominam de “crónicas do trabalho”.

Os registos das observações e das verbalizações podem ser feitos manualmente ou com aparelhos, como gravações em vídeo ou áudio, que permitem um registo diferido, ou ainda utilizando outros recursos, o que é condicionado, como citam Guérin et al. (2001), pelas restrições próprias às situações de trabalho observadas:

a presença direta do observador nas proximidades do ou dos operadores torna-se às vezes delicada, em função do espaço disponível, da mobilidade dos operadores, ou pelo incômodo que ela pode gerar na execução do trabalho; pelas propriedades dos observáveis a levar em consideração. A frequência e as possibilidades de discriminação dos observáveis condicionam o número de observáveis diferentes que se poderá registrar e a precisão dos registros; pelas hipóteses que guiam as observações e, por conseguinte, pelo tipo de exploração que o ergonomista pretende realizar a partir desses registros. (p. 156)

Outras técnicas como a instrução ao sócia (Oddone, 1981 citado por Rodrigues, 2010) e a autoconfrontação (Faïta, 1997 citado por Rodrigues, 2010) também podem ser utilizadas. Ferramentas de apresentação e de tratamento das observações e dos dados recolhidos permitem tratar as informações brutas sobre a população, a empresa e o trabalho, permitindo sintetizá-las e demonstrar assim a sua importância relativamente aos problemas a tratar, além de apresentar sinteticamente essas informações para que elas sejam mais facilmente legíveis e compreensíveis pelos diferentes atores da empresa e favorecer a memorização das informações tratadas pela utilização de um código gráfico (Rabardel et al., 1998).

Breve Síntese do Capítulo

No presente capítulo, apresentamos os conceitos centrais da Ergonomia da Atividade. Definimos e explicitamos a diferença entre tarefa e atividade, e ressaltamos aquilo que marca esta diferenciação: a variabilidade. Apresentamos como a Ergonomia da Atividade aborda tal conceito e como, a partir da variabilidade, os operadores realizam a regulação de suas atividades e desenvolvem estratégias operatórias. Finalizamos o capítulo descrevendo o método da Análise Ergonómica do Trabalho, as suas etapas e as principais técnicas e ferramentas utilizadas para a recolha e análise de dados.

Página deixada propositadamente em branco.

CAPÍTULO 6. A CONCEÇÃO: DEFINIÇÃO, CONCEPTUALIZAÇÃO, TEORIAS E MÉTODOS

No presente capítulo nos dedicamos inicialmente a definir e conceptualizar os termos concepção, projeto e *design*. Num segundo momento, discursamos sobre as principais teorias e métodos de concepção e finalizamos o capítulo apresentando uma conceptualização da concepção a partir do ponto de vista da Ergonomia.

6.1. Definições

A definição e delimitação de um vocábulo apropriado que exprima a ação ou o processo de criar um artefacto apresenta-se como uma difícil tarefa. Tais dificuldades devem-se à utilização de diferentes conceitos e seus homólogos por diversas áreas do conhecimento, assim como às origens etimológicas distintas e à variedade de traduções feitas ao longo do tempo.

Nesta investigação, entendemos que os termos concepção, projeto e *design* significam a ação, ou o ato de criar um artefacto. Assim, em nossa perspectiva, são sinónimos. Apesar disso, damos prioridade à utilização do termo concepção⁴⁰. A nossa preferência por este vocábulo é influenciada pelas referências teóricas centrais utilizadas na investigação. Além disso, acreditamos que o termo concepção causa menos confusão na língua portuguesa do que o termo projeto, atualmente utilizado em diversas disciplinas e áreas do conhecimento, assim como o termo *design*, comumente associado, na língua portuguesa, com a noção de estética, de criatividade.

6.1.1. CONCEÇÃO

Define-se a concepção, para além de seu sentido biológico, como o ato de criar, inventar, engenhar. Refere-se também à ideia ou noção que se tem em relação a algo. O Dicionário da Língua Portuguesa (Costa e Sampaio, 1999) define a concepção como sendo “ato ou efeito de conceber ou de ser concebido; geração; conceição; faculdade de entender; fantasia; imaginação; percepção; conceito; plano (Do latim *conceptione*, «concepção»)”.

⁴⁰ Entretanto, mantemos o termo originalmente utilizado quando fazemos traduções livres ou citações diretas de outros autores.

Já no Dicionário Priberam Online (2016) é definida como: “1. Ato de conceber (sentido próprio e figurado). 2. Faculdade de conceber, de compreender, de idear. 3. Imaginação, fantasia. 4. Criação (de obra de engenho)”.

No *Design* e no Projeto de Produtos, entende-se que o termo define uma das etapas iniciais de um projeto de desenvolvimento de um produto, geralmente dividida entre a conceção, que envolve a análise de especificações e a compilação de variações de soluções e sua avaliação; o desenvolvimento, que envolve as especificações do conceito de solução, o projeto em escala, a construção de modelos e a avaliação de soluções; e o detalhamento, que envolve a representação das partes individuais e a avaliação de soluções (Scheer, 1993 citado por Romeiro Filho, 2006).

Apesar de amplamente utilizado na literatura francófona e comumente encontrado na literatura lusófona, o termo conceção é menos difundido do que o termo projeto.

6.1.2. PROJETO

A palavra projeto possui sua etimologia no latim *projectus*, que significa lançado ou lançado adiante, ou seja, “ideia que se forma de executar ou realizar algo no futuro; plano, intento, desígnio, empreendimento a ser realizado dentro de determinado esquema” (Romeiro Filho, 2010, p. 11). É definido no Dicionário da Língua Portuguesa (Costa e Sampaio, 1999) como sendo um

plano para a realização de um acto; esboço; representação gráfica e escrita, acompanhada de um orçamento que torne viável a realização de uma obra; cometimento; empresa; desígnio; tenção; FILOSOFIA na filosofia existencial, aquilo que para o homem tende e é constitutivo do seu ser verdadeiro; *de lei* proposta apresentada à assembleia legislativa para ser discutida e convertida em lei (Do lat. *projectu*, «lançado»). (p. 1332)

Já no Dicionário Priberam Online (2016) é definido como:

1. Aquilo que alguém planeia ou pretende fazer (= cometimento, desígnio, empresa, intento, plano, tenção); 2. Esboço do trabalho que se pretende realizar; 3. Primeira redação de uma lei, de estatutos ou de outro texto, que se submete à aprovação; 4. [Construção] Plano gráfico e descritivo. (Dicionário Priberam Online, 2016)

Pode também ser entendido como “uma intervenção que pretende produzir uma alteração na realidade, exigindo a mobilização de meios que fomentem atividades que, quando conjugadas, devem resolver problemas reais e satisfazer as necessidades de um grupo-alvo bem definido” (Santos, 2014, p. 83).

Boutinet (2002) aponta que o termo projeto nem sempre apresenta homólogos em outras línguas, mas aponta que aparece no

italiano *progetto* que parece mais próximo do francês *projet*, porque recobre diferentes acepções, principalmente o *proposito* (intenção), o *disegno* (esquema), o *piano* (plano); a última nuance que parece trazer o italiano é a oposição entre o *progetto* (atividade intelectual de elaboração do projeto) e o *progettazione* (atividade de realização do projeto). No que concerne ao inglês e ao alemão, ambos opõem, de modo um tanto dualista, o projeto-desígnio ao projeto-programa através, respectivamente, dos termos *purpose* e *project* em inglês, e *entwurf* e *projekt* em alemão. (p. 33)

A palavra projeto é de invenção relativamente recente, e que “gregos e latinos ignoravam em seu vocabulário o que corresponde à acepção moderna do termo, feita de um misto de desígnio e objetivo” (Boutinet, 2002, p. 33). Foi somente no decorrer do século XV que o termo projeto surgiu de maneira regular, sob as formas no francês de *pourjet* e *project*, quando designavam elementos arquitetónicos lançados para a frente, principalmente balcões sobre uma fachada ou pilares diante de uma casa (Boutinet, 2002).

Nesse sentido, origina-se do verbo que exprime a ação (projetar), derivado do latim *projectare*, ou lançar para frente, como evidencia a seguinte definição na língua portuguesa:

1. Atirar à distância, lançar de si (=arremessar, arrojar); 2. Estender, cobrir com, fazer incidir; 3. Ter em projeto, fazer tenção de (=planear); 4. [Geometria, topografia] traçar a representação de um corpo num plano segundo certas regras geométricas; 5. Tornar(-se) conhecido; 6. Estender-se, prolongar-se. (Dicionário Priberam Online, 2016)

Boutinet (2002) ressalta que, apesar de empregado no seio da criação arquitetónica, a palavra projeto em seguida passou a estar associada às áreas do conhecimento que se dedicam a criar um artefacto, um objeto físico, seja este uma edificação (Arquitetura e Engenharia), uma máquina ou sistema informático (Engenharia e suas variadas subdivisões), ou um bem de consumo industrial (*Design* de Produto). Ainda para o autor (Boutinet, 2002), ao sofrer influência de seu significado em inglês *project*, assumiu uma maior notabilidade, sendo atualmente utilizado em áreas do conhecimento como a Gestão (Gestão por Projetos), a Educação (Projeto Pedagógico), o Direito (Projeto de Lei), entre outros.

Nesse sentido, Boutinet (2002) afirma que vivemos hoje “culturas de projeto”, nas quais identifica-se uma “abundância excessiva de projetos”:

o que chamamos hoje em dia de “culturas de projeto” traduz essa mentalidade de nossa sociedade pós-industrial preocupada em fundar sua legitimidade no esboço de suas próprias iniciativas ou daquilo que faz as vezes disso, em uma época na qual essa legitimidade não é mais outorgada; assim, desenvolve-se diante de nossos olhos, em todos os sentidos, uma profusão de condutas antecipadoras que chegam perto da obsessão projetiva. (p. 14)

Logo, atualmente, o termo projeto não detém um significado único, nem na língua portuguesa e nem em outras, sendo que além dos significados mais puros, ao se evoluir das intenções para a ação, ele “passa a abranger também a fase de execução daquilo que foi imaginado, desejado ou delineado, compreendendo um número, às vezes extremamente grande, de tarefas interligadas e de complexidade variáveis” (Romeiro Filho, 2010, p. 11).

Sua relevância na atualidade é expressa por exemplo, pelo desenvolvimento da disciplina que se dedica a gerir as suas atividades e relações: a Gestão de Projetos. Nela, um projeto é definido como sendo um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo (Guia PmBoK, 2004 citado por Nocêra, 2009), ou como um único conjunto ordenado de atividades, com pontos inicial e final definidos, realizados por um indivíduo ou organização para atingir objetivos específicos dentro de um cronograma, custo e parâmetros de desempenho definidos (*British Standard Guide to Project Management* citado por Romeiro Filho, 2010, p. 11). Ou seja, o projeto é visto como um conjunto de atividades interdisciplinares, finitas e não repetitivas que visa uma meta definida com cronogramas e orçamentos preestabelecidos, ou seja, um empreendimento (Cassarotto Filho, Fávero e Castro, 1999 citado por Romeiro Filho, 2006, p. 24) De acordo com Valeriano (2004 citado por Romeiro Filho, 2006, 2010), o termo, assim entendido, passa a incorporar os meios que lhe foram destinados para sua execução, e numa perspectiva ampla, passa a ser uma organização, ainda que transitória: tem estrutura, regras de funcionamento, objetivos, gerência, equipe, insumos, etc.

Mas não podemos deixar que notar que para além desse significado, o termo projeto, na língua portuguesa, também define um conjunto de planos, especificações e desenhos de engenharia, ou seja, os objetos intermediários⁴¹ da ação de criação de artefactos que representam o objeto final. Nesse sentido, confunde-se com o termo desenho, que possui a mesma origem etimológica do termo *design*, mas que é mais frequentemente entendido como uma técnica figurativa de representação da realidade (Martins, 2007). Tal conjunto é chamado de projeto de engenharia, e

⁴¹ Entende-se como objetos intermediários: desenhos, esquemas, croquis, maquetes físicas, maquetes digitais, *mock-ups*, entre outros.

recebe na língua inglesa a alcunha de *design engineering*. Contudo, o desenvolvimento de um projeto de engenharia constitui, também, na sua aceção mais ampla, um projeto.

6.1.3. DESIGN

O termo *design* pertence originalmente à língua inglesa, que por sua vez deriva do latim *designiu* que significa intento, plano, projeto, propósito. Flusser (2010) aponta que em inglês, *design* é um substantivo e um verbo. Enquanto substantivo significa, entre outras coisas, intenção, propósito, plano, intento, fim, atentado, conspiração, figura, estrutura de base, e já na qualidade de verbo (*to design*) significa arquitetar algo, simular, conceber, esboçar, organizar, agir estrategicamente.

Na língua portuguesa o vocábulo é definido como:

1. Disciplina que visa a criação de objetos, ambientes, obras gráficas, etc., ao mesmo tempo funcionais, estéticos e conformes aos imperativos de uma produção industrial.
2. Conjunto de objetos criados segundo estes critérios (ex.: vender *design*).
3. Aspeto de um produto criado segundo esses critérios (ex.: *design* inovador).
- adj. 4. Criado, concebido segundo os critérios do *design* (ex.: móveis *design*). (Dicionário Priberam Online, 2016)

De acordo com Flusser (2010), o termo em latim *designiu* deriva ainda de *signum*, que quer dizer signo, e logo conserva a sua antiga raiz. Assim, do ponto de vista etimológico, *design* significaria desenho. Entretanto, Flusser levanta a seguinte questão: "como é que a palavra *design* ganhou o seu atual significado internacional?" (p. 9). Para respondê-la, justifica que a abordagem não deva ser feita do ponto de vista histórico, ou seja, de ir à procura de factos que testemunhem onde e quando a palavra adquiriu seu significado. Para o autor, "trata-se antes de uma interrogação de natureza semântica, no sentido de querer induzir à reflexão sobre o motivo que fez com que esta palavra tivesse ganho tal significado no debate contemporâneo sobre cultura" (p. 9).

O uso do termo *design* também costuma estar ligado ao advento da industrialização. Nesse sentido, Bouffleur (2006) cita que o *design* pode ser entendido como a atividade responsável pelo desenho, pelo projeto de artefactos produzidos em série. Entretanto, numa visão mais ampla, o *design* também pode ser interpretado com todo o processo de produção de objetos da história da humanidade. Para o autor (Bouffleur, 2006) "o estudo da cultura material não se limita, e não se limitará, apenas à era industrial, e independentemente do *design*, desde o surgimento do primeiro ser humano, existe a produção de artefactos" (p. 21).

Entretanto, apesar de ser um vocábulo amplamente difundido, sua utilização na língua portuguesa é ainda alvo de confusão, associado a uma ideia de criatividade e de estética. Entende-se que o termo *design* se remeta a algo nobre, de qualidade, bonito e valioso (Bouffleur, 2006). Entretanto, isso não é de todo coerente como os seus diversos significados na língua inglesa.

Mas é possível encontrar o termo desenho em português como tradução direta do *design*⁴², para expressar a ação de conceber artefactos, e não somente as suas representações visuais ou objetos intermediários, o que contribui ainda mais para criar confusões em sua utilização. Entretanto, a palavra desenho “deriva da italiana *disegno*, vocábulo surgido em meados dos anos mil e quatrocentos, e que deu origem aos provincianismos usados em outras línguas tal como *dessein*, em francês, *diseño*, em espanhol, *design*, em inglês e o nosso, desenho” (Martins, 2007, p. 1).

Nos países latinos, ocorre um afastamento da palavra desenho no sentido de designio, apesar em espanhol ser possível diferenciar o *dibujo* e o *diseño*, que acompanha muito de perto as diferenças entre os dois significados em inglês para *drawing* e *design* (Motta, 1970 citado por Martins, 2007).

O debuxo, em português, definido como a “representação gráfica de um objeto pelos seus contornos ou linhas gerais, risco, esboço” (Dicionário Priberam Online, 2016), perdeu sua importância, como aponta Martins (2007):

herdamos do espanhol, que por sua vez herdou do francês a palavra, que nas duas tomou a forma debuxo, de onde dibujo, que em nossa língua permaneceu como a estranha e esquecida debuxo.... No nosso caso, esse esquecimento parece justificável não só pela lamentável sonoridade e conotações que esta propicia, como pela existência do termo correlato e com a mesma raiz, bosquejo, mas principalmente, por essa palavra ter conservado os mesmos significados que damos para desenho, sem as especificidades que individualizaram o termo hispânico correspondente.... Trata-se enfim, de um termo que pouco se diferencia do de desenho. (p. 3)

No mesmo sentido da amplitude do uso do termo projeto por diversas áreas do conhecimento apontada por Boutinet (2002), Schön (1985, 1998) afirma que diversas “desenham”⁴³, como a Arquitetura e a Engenharia, mas não deixa de afirmar a ampliação desse conceito para outros profissionais: “em medicina, os praticantes falam no design de um processo de diagnóstico intervenção; em direito, casos e defesas são ‘desenhados’⁴⁴” (Schön, 1985, p. 7) e cita a ideia de

⁴² Observamos, por exemplo, que as primeiras publicações em língua portuguesa utilizam o termo Desenho Industrial, que em seguida passou a ser progressivamente substituído pelo termo em inglês *Design*, então já mais difundido no idioma.

⁴³ No original, “diseñan”, logo entendida no sentido da ação de *design*.

⁴⁴ No original, “designed”.

Simon (s.d.), de que todas as profissões comprometidas na mudança de situações reais em outras preferidas relacionam-se com o *design*, e logo há “uma tendência cada vez maior de pensar a política, as instituições e o próprio comportamento como objetos de *design*” (Schön, 1998, p. 3).

6.2. Conceptualização

Independente da definição ou delimitação do uso dos termos conceção, projeto e *design*, esses termos estão, de uma forma ou de outra, imbricados, se não etimologicamente, pelo menos pelas características que engendram as suas atividades. Essa diferenciação etimológica, como cita Martins (2007), reflete uma “tendência da linguagem verbal em muitas vezes separar o que na realidade não tem uma fronteira tão nítida” (p. 3). Por isso, apresentamos uma tentativa de conceptualização daquilo que representam os atos ou processos de criação dos artefactos.

Num ponto de vista alargado, a conceção pode ser vista como uma atividade humana de criação de um artefacto para atender a algum propósito. Para Flusser (2010) isso pode ser associado a uma ideia de astúcia e insidia, sendo que

nos mesmos contextos aparecem outros termos muito significativos, nomeadamente mecânica e máquina. O grego *méchos* indica um dispositivo inventado para induzir um engano, qual armadilha, do qual o cavalo de Troia é um exemplo.... O próprio termo *méchos* deriva da antiga raiz *magh*, que podemos reconhecer no alemão *macht* (poder, força) e *mögen* (querer, desejar). Uma máquina é, portanto, um dispositivo projetado para induzir um engano; uma alavanca, por exemplo, engana a força da gravidade e a «mecânica» representa a estratégia para «ludibriar» os corpos pesados. (p. 10)

Através da criação de artefactos, o ser humano demonstra sua capacidade de reflexão e de transformação. Para Martins (2007), a palavra *design* nunca deixou de significar esboço, desenho, delinear, traçar, descrever, evidenciando a origem de um procedimento intelectual mais amplo, e nem mesmo a palavra *drawing* pode deixar de se referir, de alguma forma, a um projeto, ou seja, a um desígnio, a um ato de pensamento, mesmo porque essa é a natureza do ato de desenhar. De acordo com o autor,

nem mesmo a experiência com macacos parece mostrar que o ato de criar marcas sobre uma superfície se dá de forma mecânica, desatenta, sem ligação com o cérebro, com a consciência, ainda que naqueles animais não tenha chegado (ainda) ao nível de representação figurativa (pelo menos aparentemente). No ser humano – em qualquer língua – sempre se deu com algum objetivo em mente. Seja um mero marcar, seja um representar, seja um determinar, o gesto revela uma intenção. (Martins, 2007, p. 2)

Segundo Boutinet (2002), o projeto é um processo de antecipação e idealização da realidade desejada. Por isso, conceber pode ser entendido como um sinónimo de fazer tenção de, de ter uma vontade relativa a um futuro, e logo de prever e antecipar. Nesse mesmo sentido, Béguin (2007b) define que "conceber é perseguir uma intenção, considerar uma mudança a operar" (p. 317). Existe, portanto, um objetivo, uma direção a seguir, um sentido incorporado na conceção. Mas conceber é também transformar, conduzir e realizar essa mudança orientada.

A conceção estabelece uma passagem do campo das ideias para o campo do material. A conceção é a transformação de uma abstração numa concretude, podendo estar expressa de diversas formas materiais. Boutinet (2002) entende que certos objetos não podem passar sem a intermediação obrigatória do projeto em sua "confeção", e cita como exemplos os projetos de lei, os projetos de construção e os projetos dos dispositivos técnicos.

Mas o projeto é formado por processos ou planos paralelos. Béguin (2007b) identifica dois planos: "o 'projeto', as atividades de elaboração de uma intenção, de uma 'vontade relativa ao futuro'; e a 'condução do projeto', a realização concreta da intenção passando pela produção de múltiplos esboços" (p. 317). Posteriormente também cita um terceiro, para além da invenção e o do desenvolvimento: o plano da inovação. Para Béguin e Duarte (2008),

enquanto a invenção se situa no universo mental do projetista, o gerenciamento do projeto (desenvolvimento) nos reenvia ao matricial da conceção em suas diferentes dimensões organizacionais (temporalidade, diferenciação de tarefas e de atores, gestão da interdependência,...). Quanto à inovação, ela é centrada, sobretudo, nas *relações de recomposição entre as atividades que ocorrem em diferentes meios de vida e uma novidade técnica* (que seja um novo artefacto, um novo processo ou um novo produto). (p. 11)

Assim, a ação de criar artefactos representa aquilo que, no espírito humano, se pode reconhecer como sendo o pensamento e o conhecimento necessários para transformar o meio. Dessa forma, envolve a criação do próprio artefacto, mas também a geração do conhecimento necessário para tal, ou seja, o processo que "gera a 'solução técnica': as necessidades, as variáveis envolvidas, a geração de alternativas até o surgimento de uma solução adequada, que leve à eliminação do problema" (Romeiro Filho, 2006, p. 12). Para Romeiro Filho (2006, 2010), este é o princípio básico do processo de conceção de soluções para quaisquer problemas.

6.3. Teorias e Métodos de Conceção

A conceção foi considerada ao longo de vários séculos como uma arte, desenvolvida intuitivamente, a partir de uma capacidade individual de ser humano de idear, inventar, engenhar. Para Suh (1990), a conceção teria se apresentado como uma das poucas áreas técnicas nas quais a experiência é mais importante do que a educação formal, na medida em que se entende que o objetivo da educação é transmitir conhecimento sistemático e generalizável, mais do que experiência. O autor (Suh, 1990) cita ainda que a abordagem *ad hoc* ao *design* tem sido a norma em vez da exceção. Nessa perspetiva, a conceção nos fornece uma solução para um determinado problema ou tarefa não-generalizável e por isso não tem a intenção de ser objetiva, racional ou reproduzível.

Apesar da conceção ser entendida como inerente à condição humana, foi somente no século XX que ela ganhou notoriedade científica, quando começou a ser tratada de um ponto de vista teórico. Diversas disciplinas e áreas do conhecimento se interessaram pela ação de criar artefactos, e a busca por uma representação do processo de conceção dos artefactos recebeu contribuições de diferentes campos de estudo (Menegon, 1999).

Mas se após o processo de industrialização ampliaram a variedade de artefactos que temos à nossa disposição, esse processo também permitiu que outras maneiras de desenvolver artefactos também surgissem (Bouffleur, 2006, p. 22). Diferentes teorias e métodos foram desenvolvidos, ganhando muitas vezes mais importância do que o próprio artefacto. Segundo Romeiro Filho (2006), embora as metodologias e processos possam diferir, o mais importante para o desenvolvimento da atividade projetual não é necessariamente o produto a ser desenvolvido, mas o rigor e a consistência do método utilizado (Romeiro Filho, 2006, p. 8). Na opinião do autor,

a atividade projetual, como compreendida nos dias de hoje, é relativamente recente. As formas de organização e condições do trabalho trazidas pela aplicação de metodologias e ferramentas de projeto, a necessidade de interação de diferentes competências em equipes multidisciplinares são respostas das empresas às demandas cada vez mais sofisticadas por parte dos usuários, que têm seu poder de barganha progressivamente consolidado, seja pelas novas condições de mercado, pela globalização de produtos e dos meios de produção ou por novas regras de legislação que buscam proteger os direitos dos consumidores diante da indústria. Nesse contexto não cabem mais métodos intuitivos ou não estruturados de projeto, mas sim a aplicação de novos e sofisticados conjuntos de procedimentos para o desenvolvimento de produtos. (Romeiro Filho, 2006, p. 11)

Ou seja, se por um longo tempo os processos de concepção foram considerados como processos criativos, intuitivos e individuais, a partir da segunda metade do século XX observamos uma tentativa de aproximar a concepção das ciências: apesar da concepção ser uma atividade muito anterior ao desenvolvimento das ciências, na década de 1960, começou a ser comparada e entendida como tal⁴⁵.

6.3.1. TEORIAS E MÉTODOS DE CONCEÇÃO

Para Cross (2001) um desejo de “cientifizar” o *design* pode ser identificado nas práticas dos projetistas envolvidos nos processos de concepção nos movimentos modernos do *design* no século 20, quando protagonistas do movimento demonstraram um interesse de produzir peças de arte e de *design* baseadas na objetividade e na racionalidade, isto é, nos valores da ciência. Após esse primeiro interesse, diversos autores apresentaram suas contribuições, propondo teorias e métodos para a concepção. Apesar das maneiras de se descrever os processos de concepção serem muitas (Dorst e Dijkhuis, 1996), as teorias e métodos de projeto costumam ir ao encontro dos paradigmas filosóficos dominantes ou emergentes de cada época.

- *Simon e a Ciência do Artificial*

Alguns anos após a definição da concepção como uma ciência, Simon, deu mais um passo para sua teorização, cunhando o termo ciência do artificial, e apresentou, nessa ocasião⁴⁶, a teoria das ciências artificiais. Estas, distinguiriam-se das ciências naturais, que constituem “um corpo de conhecimentos sobre fenômenos e objetos naturais do mundo, estando focados nas características e propriedade que eles têm, sobre como eles se comportam e interagem entre si” (Simon, 1981, p. 1).

De acordo com Simon (1998), artificial é tudo aquilo que é “produzido por arte ao invés do que pela natureza; não genuíno ou natural; influenciado; não pertencente à essência da matéria” (p. 4). Disso, questiona se não poderia existir uma ciência dedicada a construir conhecimentos sobre os fenômenos e objetos artificiais, sem desconsiderar o facto de que haveria diferenças entre estas e as ciências naturais (Simon, 1981, p. 25; Simon, 1998, p. 3). A partir disso, define a concepção

⁴⁵ De acordo com Cross (2001), o primeiro a referir-se à concepção como uma ciência foi Buckminster Fuller, um arquiteto, engenheiro e filósofo, que ganhou destaque por suas ideias visionárias e futuristas, no ano de 1963.

⁴⁶ A primeira publicação do autor data de 1969.

como ciência do artificial, visto que se dedica não a entender o que pertence ao mundo natural, mas sim ao que pertence ao mundo que é criado pelo artifício humano.

Simon (1998, 1981) desenvolveu sua teoria e estudou os problemas da concepção dentro do paradigma da racionalidade técnica. Para o autor, a concepção pode ser vista como um “processo racional de resolução de problemas”⁴⁷ (Simon, 1981, 1998). Em sua teoria, uma predição correta é essencial para uma escolha objetivamente racional, necessária para lidar com as incertezas e probabilidades. Para Simon (1998), “embora a presença da incerteza não faça com que as escolhas inteligentes sejam impossíveis, ela coloca uma recompensa em procedimentos adaptativos robustos ao contrário de estratégias de otimização que funcionam bem somente quando afinados a ambientes precisamente conhecidos” (p. 35).

- *French e o Engineering Design*

Contemporaneamente a Simon, French apresenta, no início dos anos 1970, um método para a concepção focado na Engenharia. Na abordagem de French (1985) a concepção tem início com uma necessidade, que pode inclusive já ter sido tratada por um projeto existente, e nesses casos, o projetista espera solucionar melhor as necessidades, geralmente com menor custo. As etapas subsequentes à identificação da necessidade seriam formadas por sucessivos aumentos na precisão das informações e soluções, de gradual “cristalização” ou “endurecimento”. Assim, a concepção terminaria com um conjunto de desenhos e outras informações que permitam que aquilo que foi concebido seja construído. O método de projeto proposto por French (1985) é constituído por quatro etapas: análise do problema, *design* conceitual, materialização (incorporação dos sistema⁴⁸) e detalhamento.

Entretanto, o maior diferencial da abordagem de French (1985) é a consideração dos custos dentro da concepção:

o último critério de excelência dos projetos é sempre o custo, todos os outros como confiabilidade, eficiência e assim por diante podem ser reduzidos ao custo, caso sejam dadas as informações suficientes... [e] mesmo questões de segurança devem ser examinadas na base de custo-benefício. (p. 2)

⁴⁷ No original em inglês, “*rational problem solving process*”.

⁴⁸ No original, “*embodiment of schemes*”.

Assim, na visão do autor (French, 1985), "o melhor *design* é o mais barato, desde que o custo tenha sido devidamente avaliado" e complementa que "poucas necessidades são absolutas, a maioria são relativas aos custos de preenchê-las" (French, 1985, p. 3).

- *Schön e a "Reflexão na Ação"*

No início da década de 1980, uma teoria radicalmente diferente das anteriores foi proposta por Schön. Apoiado numa lógica construtivista e vista como uma reação à abordagem focada da resolução de problemas baseada na racionalidade, Schön (1985, 1998) entende a concepção como sendo um processo de "reflexão na ação". A teoria de Schön foi especialmente feita para "tratar alguns dos pontos cegos e deficiências que ele percebia na metodologia principal, em voga" (Dorst e Dijkhuis, 1996, p. 253), tendo sido também influenciado pelos contributos da investigação-ação (Kemmis e McTaggart, 2005).

Schön (1998) desenvolveu o que ele chama de um manual para uma nova teoria do *design*. Para o autor (Schön, 1996), o paradigma positivista sobre o qual se apoiavam as ideias de Simon dificultaria a formação dos praticantes das profissões, visto que são definidos em termos de generalidades sobre os problemas e os processos de concepção, sem qualquer atenção para os problemas difíceis e cruciais da ligação destes dois num caso concreto.

Inspirado pela filosofia *heideggeriana*, Schön (1998) cita que os problemas do *design* são únicos, constituídos por um "universo de um": "as situações da prática são caracterizadas por acontecimentos únicos... Os engenheiros enfrentam problemas únicos de design" (p. 27).

Logo, a habilidade central do projetista está em determinar como cada um dos problemas deve ser abordado. Chama essa essência da "arte do *design*", e propõe uma epistemologia alternativa, baseada numa visão construtivista da percepção humana e processos de pensamento. Para Schön (1998) a concepção é uma diálogo, ou uma "conversação refletiva com a situação", e descreve que

um designer faz coisas. Algumas vezes fabrica o produto final; mas frequentemente realiza a representação – um desenho, um programa, ou imagem – de um artefacto que será construído por outros. Trabalha em situações particulares, utiliza materiais específicos, e emprega um meio e uma linguagem característica. Tipicamente, seu processo de fabricação é complexo. Há mais variáveis – tipos de ações possíveis, normas e interações entre elas – que podem representar-se em um modelo finito. Dada esta complexidade, as ações do designer tendem, feliz ou infelizmente, a produzir outras consequências distintas daquelas que se pretendiam. Quando isso ocorre, o designer pode ter em conta as mudanças não intencionadas que se produziram na situação,

formando novas valorações e compreensões, levando a novas ações. Ele conforma a situação de acordo com a sua valoração inicial dela, a situação 'responde', e ele responde as respostas da situação. Em um bom processo de design, essa conversação com a situação é reflexiva. Na resposta às respostas da situação, o designer reflete a partir da ação a fim de construir o problema, das estratégias para a ação, ou o paradigma de fenómenos que estiveram implícitos em cada um de seus passos (p. 81).

- *Suh e a Teoria Axiomática do Projeto*

Na década de 1990, Suh apresenta uma teoria para a conceção denominada Teoria Axiomática do Projeto. Na visão de Suh (1990) a conceção deve se basear em dois axiomas: o Axioma da Independência e o Axioma da Informação. O primeiro axioma seria responsável por manter a independência dos requisitos funcionais, enquanto o segundo axioma minimiza o conteúdo da informação. De acordo com Suh (1990), a conceção é formada por quatro etapas principais, que aliam tanto aspetos relacionados com a Engenharia quanto ao esforço científico: a primeira etapa consiste na definição do problema, que parte de uma “matriz difusa” de factos e mitos em direção a uma declaração coerente do problema; já a segunda etapa envolve o processo criativo de conceber uma forma de realização física de soluções possíveis; segue-se uma terceira etapa focada no processo analítico de determinar se a solução proposta é correta ou racional; e a quarta e última etapa envolve a verificação final da fidelidade entre o produto concebido as necessidades originais do *design*.

- *Pahl e Beitz e a Abordagem Sistémica*

Pahl e Beitz apresentam, em meados da década de 1980, um método focado no desenvolvimento de produtos, em que a conceção se fundamenta na abordagem de resolução de problemas e é influenciada pela até então recente Teoria de Sistemas (Menegon, 1999). O método de Pahl e Beitz divide o processo de desenvolvimento de produtos em fases e grupos de atividades, o que, de acordo com Romeiro Filho (2006), é uma das maneiras para lidar com a complexidade desse processo, possibilitando o estabelecimento de pontos de verificação e controlo que contribuem para aumentar a eficácia do gerenciamento desse processo.

Para Pahl e Beitz (2001), a conceção deve se apoiar num processo de pensamento estruturado e efetivo, e as seguintes condições devem ser satisfeitas por aqueles que desejam utilizar uma abordagem sistémica:

[i] Definir os objetivos, formulando o objetivo geral, os subobjetivos individuais e a sua importância. Isso garante a motivação para resolver a tarefa e sustenta a compreensão do problema; [ii] Clarificar as condições de contorno, definindo as restrições iniciais e periféricas; [iii] Dissipar o preconceito para garantir uma busca o mais ampla possível para as soluções e evitar erros lógicos; [iv] Buscar por variantes, que é buscar um número de soluções possíveis ou combinações de soluções das quais a melhor pode ser selecionada; [v] Avaliar baseado nos objetivos e nos requisitos; e [vi] Tomar decisões, o que é facilitado por avaliações objetivas, visto que sem decisões não há progresso. (p. 54)

Quatro são as etapas principais no método proposto por Pahl e Beitz (2001): planeamento do produto e clarificação da tarefa, *design* conceptual, *design* incorporado⁴⁹ e *design* detalhado, sendo que para os autores, dessas quatro, a principal é o *design* incorporado, “que compreende tanto o projeto do *layout* – arranjo dos componentes e seus movimentos relativos, quanto o *design* da forma – as formas e materiais dos componentes individuais” (p. xix). Nessa etapa, tem-se como entrada um conceito de *design* e como saída uma descrição técnica, geralmente na forma de um desenho em escala. O desenho em escala, também chamado de arranjo geral, *layout*, esquema, esboço ou desenho de configuração, é o que define o arranjo e as formas preliminares dos componentes num artefacto técnico.

- *Pugh e o Total Design*

Já na década de 1990, Pugh apresenta uma nova teoria para a concepção, denominada *Total Design*. O autor integra o mercado, a manufatura e as vendas no modelo proposto, partindo da ideia de que as metodologias anteriores não contemplam todo o processo de concepção, fazendo com que os engenheiros e *designers* focados em suas partes específicas dentro de todo o processo da concepção, raramente tomem parte do processo completo do desenvolvimento dos produtos (Pugh, 1994). Assim, o *Total Design* é “a atividade sistemática necessária, da identificação da necessidade do mercado/usuário, para a venda de produtos de sucesso para satisfazer suas necessidades – uma atividade que engloba o produto, o processo, as pessoas e a organização” (Pugh, 1994, p. 5). Como afirma Menegon (1999), a teoria de Pugh traz implicações na compreensão da atividade do projetista bem como sobre a sua gestão e fundamenta discussões em torno da estratégia do negócio.

Na teoria do *Total Design*, o âmago do projeto consiste das seguintes etapas: verificar as necessidades do usuário por meio de uma análise de mercado; especificação do projeto do

⁴⁹ No original, “*embodiment design*”, que de acordo com Pahl e Beitz (2001) equivalem também à “*layout design*”, “*main design*”, “*scheme design*”, ou “*draft design*” (p. xix).

produto; projeto conceitual; projeto detalhado; manufatura; e vendas (Menegon, 1999; Romeiro Filho, 2006). Dessa forma, o ciclo da criação de um produto parte da necessidade e finaliza-se com a venda: todo projeto começa ou deveria começar com a necessidade que, quando satisfeita, ajustará um mercado existente ou criará um mercado para o produto (Romeiro Filho, 2006).

Influenciado pelo Modelo Japonês da Qualidade, Pugh (1994) defende em sua teoria, o uso de técnicas e ferramentas, como, por exemplo, o Desdobramento da Função Qualidade⁵⁰, a Análise Funcional de Custos⁵¹, a Análise de Métodos de Falha e seus Efeitos⁵² e as Árvores de Falhas⁵³ para auxiliar a concepção.

6.3.2. TEORIAS E MÉTODOS DE CONCEÇÃO FOCADOS NO PROBLEMA DA ADAPTAÇÃO

Nas últimas décadas do século XX, desenvolveram-se novas teorias e métodos de concepção que passaram a considerar, de maneira diferente, o ser humano no desenvolvimento dos artefactos, assim como buscaram promover uma aproximação entre os usuários e os projetistas. Isso representou o início de um novo paradigma de projeto para as ciências projetuais. Independente das diferenças e das áreas de conhecimento que as embasam, todas essas teorias desenvolvem-se em torno de uma estrutura central: partem de um reconhecimento das necessidades dos usuários e da busca de pontos de melhoria a partir da perspectiva desses.

Na Engenharia e na Gestão, as abordagens sociotécnicas foram uma das primeiras a tratar essa questão do ponto de vista de projetos industriais. Para Daniellou e Garrigou (1992), essas abordagens destinavam-se a ajudar as empresas a desenvolver projetos industriais através da associação da técnica e dos fatores humanos. Roy (1992) aponta que as abordagens sociotécnicas “surgiram nos anos 1970 como o resultado de um desejo de levar em conta as condições de trabalho, saúde e segurança no trabalho e o enriquecimento no trabalho, ou uma destaylorização” (p. 10). Ainda para o autor (Roy, 1992), o objetivo desses métodos e abordagens é a definição ou concepção conjunta dos investimentos técnicos e a organização humana nos projetos industriais.

Daniellou e Garrigou (1992) também citam que, no início dos anos 1980, um grande número de investimentos industriais envolvendo a introdução de sistemas automatizados conduziu a grandes

⁵⁰ No original, “*Quality Function Deployment*”.

⁵¹ No original, “*Functional Cost Analysis*”.

⁵² No original, “*Failure Mode and Effect Analysis*”.

⁵³ No original, “*Fault Tree Analysis*”.

dificuldades ou mesmo terminaram em fracassos. Uma análise dessas operações revelou que os aspetos humanos não haviam sido considerados em todas as fases dos projetos industriais, sendo que as novas teorias e métodos propostos tinham os seguintes pontos em comum:

ressaltavam a importância de desenvolver os objetivos iniciais dos projetos em termos das características das populações trabalhadoras, da organização do trabalho, do ambiente e da gestão do projeto, sendo que as estruturas propostas para a conceção associavam os gerentes da produção e os usuários finais em termos de diferentes métodos participativos. (Daniellou e Garrigou, 1992, p. 55)

No *Design* de produtos, observamos o desenvolvimento de conceitos como usabilidade ou facilidade de uso⁵⁴ (Akita, 1991), ou ainda, produtos amigáveis. Desenvolvem-se metodologias de projeto com foco no usuário, genericamente denominadas *Design Centrado no Usuário* ou *User-Centered Design*^{55/56}. De acordo com Abras et al. (2004), *Design Centrado no Usuário* é um termo amplo para descrever processos nos quais usuários finais influenciam em como a conceção toma forma, sendo tanto uma filosofia ampla quanto uma variedade de métodos. Providência (2012) cita que são diversas as ramificações dentro do *Design* que exploram a participação do utilizador de diferentes formas, entre elas: *Participatory Design*, *Inclusive Design*, *Emphatic Design* e *Product Experience*. Conforme o autor, estas e outras abordagens desenvolvem-se de forma que, “durante o processo de *design*, se tenha em consideração o utilizador, quer seja numa fase inicial ou em diferentes fases do desenvolvimento do produto, de uma forma mais participativa ou como objeto de observação” (Providência, 2012, p. 33). Para Abras et al. (2004), em termos de metodologias de *Design Centrado no Usuário*, existe um conjunto variado de processos onde o utilizador final é envolvido durante o processo de *design*, por vezes participando ou influenciando no desenvolvimento do processo, contribuindo para a percepção das suas necessidades a partir do apoio/levantamento de registos ou testes de usabilidade, ou como membro participativo no desenvolvimento do próprio produto/sistema.

Desenvolve-se o *Design Participativo*⁵⁷, uma forma de *Design Centrado no Usuário*, em que os usuários são envolvidos na conceção e desenvolvimento de produtos, atuando como “*co-designers*”

⁵⁴ No original, “*user-friendliness*”.

⁵⁵ Como designado na literatura anglo-saxônica.

⁵⁶ O termo *User-Centered Design* surgiu no laboratório de investigação na Universidade de San Diego, Califórnia, nos anos 1980, e foi amplamente difundido após a publicação do livro intitulado *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*, de Norman e Draper (Abras et al., 2004).

⁵⁷ Tendo sido bastante difundido nas duas últimas décadas do século XX, particularmente nos países escandinavos, a partir de esforços de sindicatos de trabalhadores que buscavam um maior controlo democrático em seus ambientes de trabalho (Ehn, 1989 citado por Abras et al., 2004).

(Abrás et al., 2004). Surge a necessidade de estudar a relação da concepção com o utilizador, sendo este último visto não apenas como usufruidor de um serviço, mas essencialmente como um “elemento integrador durante o processo de *design* na tomada de consciência das suas próprias necessidades” (Providência, 2012, p. 35). A partir do *Design Centrado no Usuário*, desenvolvem-se outras teorias focadas nas emoções que os objetos nos trazem, como, por exemplo, o *Design Emocional*⁵⁸. Buscando apoio na Psicologia, autores como Norman (2002) abordam as questões associadas às emoções expressas em relação aos artefactos.

A teoria do *Product Experience* também se desenvolve no seio das Ciências Humanas, que busca abordar, de forma aprofundada, as complexas e ricas experiências que as pessoas têm ao interagir com os produtos (Desmet e Hekkert, 2007). Para esses autores (Desmet e Hekkert, 2007), o interesse emergente no *Design Centrado no Usuário* estimulou uma mudança no foco do comportamento dos usuários e da cognição para a experiência afetiva dos usuários (e o envolvimento) na interação homem-produto. Para Desmet (2007 citado por Providência, 2012, p. 19), nessa abordagem, interessa a relação que o utilizador constrói com o produto, assim como os mecanismos para avaliar a experiência que o utilizador tem com este, utilizando ferramentas de avaliação emocionais, normalmente associadas à análise psicofísica com referência ao desconforto.

Assim, as abordagens que colocam o usuário numa posição de destaque entendem que a concepção não deve se limitar à resolução de problemas técnicos e ressaltam como diferentes percepções e contribuições de vários intervenientes podem auxiliar na resolução pluridisciplinar do problema da adaptação dos artefactos às pessoas. Como refere Providência (2012):

todas essas abordagens, de forma mais ou menos consciente, refletem a preocupação em entender o utilizador, sejam elas no foro das artes, saúde, ciências ou engenharias. Expõem a necessidade de uma abordagem holística onde a percepção não se reduza a uma visão singular ou demasiado restrita, mas ao resultado da interação e uma visão integradora. (p. 46)

É notável a crescente e importante envolvimento do usuário, colocando-o em posição central no processo de *design*. O papel do projetista não se limita mais a conceber o artefacto, mas também facilitar a tarefa para o usuário e garantir que ele seja capaz de fazer uso do produto como pretendido, e com um mínimo esforço em aprender como utilizá-lo (Abrás et al., 2004). Para

⁵⁸ Ou *Emotional Design*, como designado na literatura anglo-saxônica.

Hippel (1988 citado por Duarte, Conceição, Cordeiro e Lima, 2008, p. 62), “o *locus* de quase todo o processo de inovação está centrado no usuário”, o que coloca em questão a visão convencional e a literatura prescritiva da área de desenvolvimento de produtos. De facto, o foco e o envolvimento do utilizador apresenta-se como tendências cada vez mais atuais nas teorias e métodos da conceção.

6.4. A Conceção na Perspetiva da Ergonomia

Interessados na conceção, os autores da Ergonomia também buscaram compreender e contribuir teoricamente para conceptualizá-la. A partir da ideia de que "toda ação eficaz pressupõe um modelo, uma representação ou conceitos que orientam a ação" (Béguin, 2007b, p. 317), o ergonomista buscou responder algumas perguntas: O que é conceber? Quais os determinantes e condicionantes dos processos de conceção?

Logo, interessa ao ergonomista compreender os processos de conceção, os critérios considerados nas decisões, os métodos utilizados, os atores envolvidos e suas articulações, entre outros. Além disso, interessa-lhe compreender qual a visão e a representação que se tem do trabalho que será realizado através do artefacto no momento em que este é concebido.

Assim, apesar de Card (1996 citado por Béguin, 2007b) mencionar a conceção como sendo um processo incerto e não modelizável, Terssac e Friedberg (1996 citado por Béguin, 2007b) evidenciam um esforço de desenvolvimento de teorias e modelos que contemplem as etapas, conteúdos e atores de suas diversas fases. Dentro do quadro teórico-conceitual da Ergonomia, a conceção é vista como sendo:

- uma forma de prescrição;
- derivada de problemas mal definidos;
- constituída por processos não lineares;
- direcionada por restrições;
- determinada por dimensões temporais restritas e paradoxais;
- um processo não finalizado;
- estabelecida por uma diversidade de atores.

6.4.1. A CONCEÇÃO COMO UMA PRESCRIÇÃO DA UTILIZAÇÃO

Para a Ergonomia, ao mesmo tempo que a concepção busca atender a uma necessidade, ela define o uso, ou os possíveis usos, do artefacto. Ou seja, quando se concebe um artefacto se concebe indiretamente a forma de utilização desse artefacto, e logo a utilização pode ser considerada um produto da concepção. Béguin (2007c) refere que é sempre um “sistema de trabalho” que é especificado durante o processo de projeto, e não apenas um dispositivo ou artefacto, ou seja, a concepção também contém em si uma prescrição do uso, e determina, por sua vez, se não totalmente, ao menos parcialmente, o trabalho. Para Dekker e Nyce (2004), a concepção é também a criação do trabalho futuro.

Broberg (2008) cita que “quando engenheiros estão projetando uma máquina ou um sistema de produção, ele desenvolvem hipóteses sobre o contexto no qual a máquina ou o sistema serão utilizados. Eles definem usuários e prescrevem como os usuários se relacionam com a tecnologia” (p. 54). Já Béguin (2007c) refere-se à um processo de “cristalização”, cuja ideia principal é que

qualquer sistema técnico, qualquer dispositivo, cristaliza um conhecimento, uma representação, ou um modelo dos trabalhadores e de sua atividade. Entretanto, uma vez cristalizadas ou incorporadas no artefacto e transmitidas no ambiente de trabalho, essas representações podem ser fontes de dificuldades (até mesmo de exclusão) para as pessoas se elas são falsas ou insuficientes. (p. 116)

Nesse mesmo sentido, Telles (1995) aponta que alguns dos problemas enfrentados pelos trabalhadores no dia a dia de trabalho têm origem nas decisões que foram tomadas durante a fase de concepção dos meios de trabalho. Apesar dessa questão ser aceita dentro da Ergonomia, o estudo de Broberg (2007) aponta que nem sempre existe uma consciência por parte daqueles que concebem os artefactos, que suas decisões impactam no ambiente de trabalho de outras pessoas.

6.4.2. PROBLEMAS MAL DEFINIDOS

A Ergonomia compartilha com algumas teorias o ponto de vista de que os problemas da concepção são problemas mal definidos, ímpios, ou *wicked problems*⁵⁹. Cross (1990) afirma que os problemas que os projetistas enfrentam podem ser vistos como “mal definidos” ou “mal estruturados”, ou seja,

⁵⁹ Como designados na literatura anglo-saxônica.

não há uma formulação definitiva do problema. Qualquer formulação do problema pode incorporar inconsistências... [e] as formulações do problema são dependentes das soluções.... Propor soluções é um meio de entender o problema, ... [mas] não há uma solução definitiva para o problema. (p. 11)

Duarte et al. (2008) observam, por exemplo, que nos contextos de projeto arquitetónico, é comum a visão de que o programa inicial define com precisão o problema colocado pelo cliente, que, em seguida, é resolvido pelos projetistas. Inicialmente

é apresentada uma demanda pelo cliente, a partir da qual são expressos seus desejos e aspirações em relação ao projeto: porém, nem o cliente, nem os projetistas sabem com exatidão todas as necessidades a serem atendidas pelo espaço a ser construído, algumas das quais surgem ao longo do projeto, com o crescente esclarecimento sobre a função do espaço, as restrições, as possíveis soluções arquitetônicas e sobre as atividades de trabalho que nele serão realizadas. (Duarte et al., 2008, p. 71)

Assim, a definição do problema constitui o ponto de partida da concepção. Como aponta Daniellou (1994 citado por Daniellou 2004) "projetar não é somente resolver problemas, mas antes de tudo e, essencialmente, sua construção" (p. 188). De acordo com Martin (2000), enunciar um problema é conceber uma realidade, sendo o primeiro objetivo da concepção não a solução do problema e sim a sua definição.

6.4.3. PROCESSOS NÃO LINEARES

Dado que os problemas não estão completamente definidos no início da concepção, sendo definidos à medida que esta se desenvolve, tem-se daí a importância da sequência, do encadeamento e das intersecções identificadas entre os processos e as etapas que constituem a concepção.

Apesar dos modelos da concepção geralmente serem apresentados de forma sequencial, alguns autores questionam a linearidade dos processos projetuais (Béguin, 2007b; Daniellou, 2007; Duarte et al., 2008) e identificam a necessidade de reorientações durante o percurso (Jackson, 1998 citado por Daniellou, 2007).

Para Béguin (2007b) a concepção segue um processo cíclico, entre a definição e a solução, e que se organiza entre os diversos atores envolvidos. De acordo com o autor (Béguin, 2007b), o projeto não pode ser visto como sendo necessariamente constituído por uma divisão de tarefas, mas sim por uma acumulação, na qual se faz necessária a interface entre os atores. O autor defende que qualquer que seja o artefacto a conceber, este não pode ser pensado como uma simples

justaposição de sistemas técnicos e cita o exemplo do desenvolvimento da tecnologia dos motores da aviação:

O aumento dos desempenhos de um motor de avião, por exemplo, pode levar a modificar e re-conceber as formas das asas e das fuselagens, mesmo quando estas já eram consideradas bem definidas, como correu quando surgiram os motores à reação. (Béguin, 2007b, p. 326)

Ou seja, uma mudança em algum dos componentes pode implicar que diversos outros sejam revistos. Nesse sentido, está o que Duarte et al. (2008) chamam de um “processo cíclico de escolhas”, visto que, ao longo do projeto, surgem situações dinâmicas que interagem entre si, e em que “são administradas as interfaces entre os atores da conceção e integradas suas demandas, tendo como resultado uma dada definição arquitetónica do espaço de trabalho” (p. 69). Ainda para Duarte et al. (2008),

o desenvolvimento do processo de conceção de um espaço de trabalho, tal qual qualquer outra atividade de trabalho, na prática, não é linear: não segue estritamente o que foi planeado em decorrência de imprevistos que surgem em seu desenrolar, exigindo alterações das prescrições iniciais. (p. 71)

Cabe aqui um paralelo ao que Schön (1996; 1998) define como sendo uma “conversação refletiva com a situação”. Influenciados pelas ideias de Schön, Béguin e Duarte (2008) citam que

o projetista, orientado por um objetivo, projeta soluções a partir de ideias e saberes, mas a situação lhe ‘responde’: ela apresenta resistências que o conduzem a reformular o problema e fazer evoluir as situações. Trata-se, portanto, de um processo cíclico. (p. 12)

6.4.4. DIRECIONAMENTO POR RESTRIÇÕES

Uma outra característica da conceção comumente apontada pelos autores da Ergonomia é a importância das restrições no direcionamento dos processos de conceção. A ideia de que a conceção ocorre num universo irrestrito é questionada por diversos autores (Daniellou, 2007; Duarte et al., 2008; Martin, 2000). Ou seja, a presença de restrições é intrínseca aos processos projetuais, e a conceção nunca se dá num vazio, numa “folha em branco”.

Se nos processos de conceção, deve-se, para além de definir os problemas, buscar soluções para eles, este último é delimitado por diversas restrições, ou seja, a busca de soluções não se encontra dissociada daquilo que se pode ou é possível de se fazer dadas as restrições existentes. Garrigou, Daniellou, Carballeda e Ruaud (1995) definem a conceção como “um processo de tomada de

decisão com múltiplas restrições, em que o gestor do projeto tem de tomar decisões relativas às escolhas técnicas, enquanto lida com um grande número de restrições” (p. 316).

As principais restrições dadas no início de um projeto são, por exemplo, os orçamentos, os prazos, as restrições técnicas, legais, entre outras dadas pelo contexto no qual se desenvolve a ação. Para Garrigou et al. (1995), os orçamentos e os prazos devem ser respeitados “a qualquer custo”. Entretanto, Eklund e Daniellou (1991 citado por Garrigou et al., 1995), notam que a complexidade do processo de conceção e a grande diversidade de participantes envolvidos tendem muitas vezes a “produzir” atrasos e rutura dos orçamentos. Mas ao longo da condução de um projeto, novas restrições surgem e direcionam a conceção. Segundo Broberg (2007), a “engenharia é uma atividade complexa e heterogénea, que envolve restrições técnicas e contextuais” (p. 365). Um exemplo interessante é ilustrado por Burns e Vicente (2000), que mostram como na conceção de um painel de uma sala de controlo de uma unidade de energia nuclear, diversas restrições foram direcionando as decisões e alterando o projeto. Os autores (Burns e Vicente, 2000) classificam as restrições presenciadas no caso de estudo em três categorias: restrições contextuais, restrições de divisão e distribuição e restrições de outros domínios. As restrições contextuais originam-se do próprio problema e do ambiente da conceção, e são aquelas mais comuns na conceção, enquanto as restrições de análise e distribuição são derivadas da forma com que os projetos devem ser geridos:

num grande problema de conceção que se desenvolve em um longo período de tempo, o problema da conceção é inevitavelmente dividido em “subproblemas” e distribuído por diferentes projetistas de acordo com suas especialidades. Enquanto isso é uma abordagem de gestão sensata, cria um conjunto de restrições que surgem devido à divisão do problema. (Burns e Vicente, 2000, p. 77)

As restrições de outros domínios são derivadas dos diferentes objetivos e perspetivas possíveis para a resolução do problema, podendo envolver, por exemplo, questões funcionais, físicas, mecânicas e estruturais, demandas dos clientes, dos que executam os projetos e da alta gestão (Burns e Vicente, 2000).

O caráter único também define restrições particulares. Ao analisar processos de conceção arquitetónica, Duarte et al. (2008) citam que, nesses casos, os limites em geral são dados pela área disponível para o projeto, os prazos e os custos. Os autores (Duarte et al., 2008) concordam que “entre o inicialmente desejado e o possível, as diferenças são evidentes e demandam uma estrutura de gestão capaz de compatibilizar as diferentes restrições e necessidades” (p. 72).

De acordo com Garrigou et al. (1995), a complexidade dos processos de concepção e suas numerosas restrições tem efeitos consideráveis na atividade daqueles envolvidos nos processos de concepção, e citam que

a fim de gerir esse conjunto de restrições, o gestor de projetos deve consultar uma grande quantidade de fontes de informação, das quais não é necessariamente o autor (Ledoux, 1991). Essas informações podem ser de tipos muito variados: esboços, diagramas, desenhos, planos, resultados de análises, maquetes, cargas horárias, orçamentos, etc. O processamento dessas informações é tanto mais complexo quando é feito sob grandes restrições de tempo, assim como em função dos tipos muito diferentes da informação: confidencial, variável em termos de validade, etc. Bucciarelli (1990) aponta que esse processo não ocorre sem dor e desconforto. (p. 316)

O que se observa na prática é que há grandes diferenças entre o inicialmente desejado e o que é de facto possível de ser concebido (Haslegrave e Holmes, 1994) . Assim, para além da intenção de buscar resolver um problema ou atender a uma necessidade, o projeto é marcado diretamente pelas possibilidades das soluções. Para Daniellou (2007), a necessidade de interação entre os objetivos e a busca de soluções durante a evolução do projeto é um dos desafios da concepção. Assim, “a distinção entre projeto e condução do projeto pode igualmente ser examinada sob o ângulo do ‘desejável’ e do ‘possível’” (Béguin, 2007b, p. 319).

Martin (2000) define que duas correntes são levadas durante todo o processo da concepção: a da “expressão da vontade relativa ao futuro” e a da “busca da factibilidade”. A corrente da factibilidade é, portanto, aquela que pondera as diversas restrições presentes no contexto da concepção, ou como cita Daniellou (2007), estão nos atores que, “através da busca de soluções, precisam avaliar a factibilidade correspondente” (p. 304). Isso implica que o ergonomista seja capaz de perceber essas restrições e adapte o seu ponto de vista não para um ótimo, mas para o que seja viável de ser feito, dadas as restrições que encontra.

Burns e Vicente (2000) apontam que é preciso entender quais as restrições governam os projetos de concepção em Engenharia e como essas restrições impactam na consideração da Ergonomia na concepção.

6.4.5. DIMENSÕES TEMPORAIS RESTRITAS E PARADOXAIS

Citamos que o tempo, e mais especificamente, os prazos, constituem somente uma das restrições que direcionam os processos de concepção. Conforme cita Jackson (1999), a dimensão temporal é determinante pois todo projeto tem um horizonte temporal definido, isto é, tem um fim.

Entretanto, para além do caráter limitante, o tempo traz para a conceção um caráter paradoxal. A conceção é uma vontade relativa ao futuro, é atirar para frente um desejo do presente, e significa criar ou produzir alguma coisa que ainda não existe ou não se conhece.

No início da conceção, sabe-se pouca coisa sobre a situação futura e as possibilidades são amplas, dado que poucas decisões foram tomadas. Mas à medida que a conceção se desenvolve e as decisões são tomadas, começa-se a conhecer mais sobre a situação futura, porém as possibilidades vão se restringindo. Esse caráter paradoxal foi definido por Midler (1993 citado por Jackson, 1999; 1996 citado por Béguin, 2007b), ao afirmar que no começo do projeto pode-se fazer tudo, mas não se sabe nada, enquanto que no fim sabe-se tudo, mas todas as capacidades de ação foram esgotadas. Ou seja, as possibilidades de ação são máximas no início do projeto, mas decrescem com o tempo em função das decisões tomadas, enquanto o conhecimento é mínimo no início e cresce com o tempo, quando a possibilidade de agir é pequena. A Figura 4 representa essa dimensão temporal paradoxal da conceção. Nas palavras de Béguin (2007b):

no começo sabe-se pouca coisa sobre a situação futura, ao passo que no fim sabe-se em geral bem mais. Por outro lado, as possibilidades são inicialmente muito amplas, e numerosas escolhas são inicialmente possíveis. Mas na medida em que as escolhas são feitas, os graus de liberdade dos atores diminuem. (p. 320)

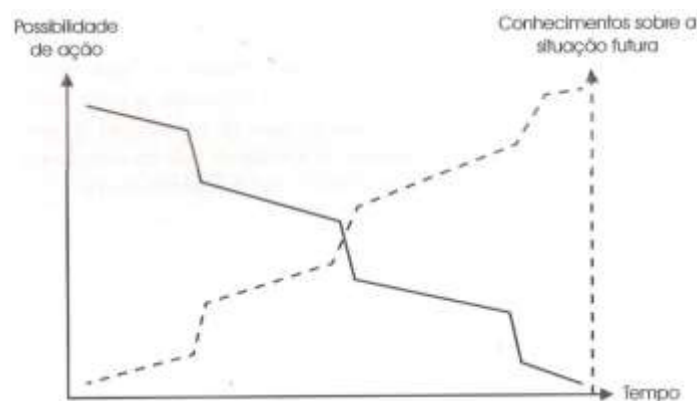


Figura 4 – A dimensão temporal paradoxal da conceção (reproduzido de Béguin, 2007b, p. 320).

Esse caráter paradoxal impacta diretamente o momento em que os atores são trazidos para a conceção. Como cita Béguin (2007b), “quanto mais a inscrição de um ator é tardia, mais o seu raio de ação é reduzido” (p. 321). Logo, a inscrição do ergonomista nas fases mais precoces do processo de conceção é uma necessidade. Entretanto, do mesmo aspeto paradoxal, “quanto mais

o ergonomista se inscreve a montante na condução do projeto, mais ele precisa antecipar o futuro” (Béguin, 2007b, p. 321).

6.4.6. PROCESSOS NÃO FINALIZADOS

Uma outra questão recorrentemente abordada pela Ergonomia refere-se aos limites da concepção. Alguns autores (Daniellou, 2007; Duarte et al., 2008) argumentam que ela não se limita no tempo definido pelo desenvolvimento do projeto, ou seja, que ela não termina com o projeto de engenharia: estende-se na fase de construção e instalação. Outros defendem que a concepção permanece durante a utilização do artefacto (Béguin, 2007a; Folcher e Rabardel, 2007), ou ainda que nunca se finaliza (Vassão, 2010).

6.4.6.1. A Concepção não Termina com os Desenhos de Engenharia

Para alguns autores da Ergonomia, a concepção não é um processo que finaliza com os desenhos de engenharia: as etapas da construção e/ou instalação são momentos decisivos em que a concepção permanece, visto que decisões relativas ao projeto continuam a ser tomadas, sendo geralmente essenciais para a realização dos objetivos propostos inicialmente.

Como cita Daniellou (2007), “a fase de construção constitui o momento de realização material das soluções adotadas e as dificuldades encontradas durante a execução levam frequentemente a modificações decididas em tempo real que podem ter consequências importantes sobre a atividade futura” (p. 307).

Duarte et al. (2008) observam que a etapa de execução de uma obra de arquitetura também envolve tomadas de decisão semelhantes àquelas definidas ao longo dos processos de concepção, e apontam que

ao contrário, a construção é marcada fortemente pela continuidade das atividades de concepção da solução do espaço que está sendo construído, seja desenvolvendo aspetos ainda não detalhados, seja reconhecendo e adaptando ideias prévias, o que a torna mais complexa do que habitualmente é pensada. (p. 70)

6.4.6.2. A Concepção Permanece no Uso

Para diversos autores, a concepção de um artefacto permanece no uso. Entretanto, essa continuidade é abordada a partir de diferentes perspectivas. Alguns deles entendem que se trata de uma questão relacionada aos limites de um processo de concepção, pois somente quando se

dá a utilização do artefacto que a concepção é finalizada, e o artefacto passa do mundo da concepção para o mundo da utilização. Daniellou (2007) entende que a concepção continua com o uso, uma vez que as escolhas da concepção abrem e fecham inúmeras possibilidades à atividade futura.

Outras teorias já abordam a continuidade da concepção em todas as instâncias de utilização. Entendemos que a Teoria da Gênese Instrumental (Folcher e Rabardel, 2007) é uma delas. Essa teoria, derivada da abordagem da atividade mediada⁶⁰, procura compreender “a natureza e a dimensão das transformações das tarefas e atividades no uso dos artefactos, e por outro, apreender as modalidades de desenvolvimento dos indivíduos através dos processos de apropriação (desenvolvimento de recursos para a ação, desenvolvimento das competências)” (Folcher e Rabardel, 2007, p. 210).

Além disso, a observação de situações evidenciam provas da inventividade dos operadores, em que os usuários modificam, momentânea ou permanentemente, os sistemas concebidos (Béguin, 2007c). Para Folcher e Rabardel (2007), o processo de gênese instrumental é duplamente orientado: por um lado, por aquilo que se entende por instrumentação, orientado para o próprio sujeito, “pela assimilação de novos artefactos aos esquemas, a acomodação dos esquemas aos novos artefactos” (p. 216), e por outro lado, pela instrumentalização, orientado para o artefacto, “pela especificação e enriquecimento de suas propriedades pelo sujeito que lhe dá um estatuto de meio para a ação e a atividade” (p. 216). Ou seja,

através das gêneses instrumentais, os usuários contribuem, no uso, com a concepção ao mesmo tempo dos artefactos, esquemas de utilização, usos e suas condições.... [Nesse processo, os usuários] tendem assim a estabelecer coerência entre as formas dos artefactos e as da atividade, a torná-las congruentes. (Folcher e Rabardel, 2007, p. 219).

Defende-se portanto, que a “concepção prossegue no uso” (Béguin, 2007a; Béguin, 2007b; Folcher e Rabardel, 2007).

Dessa perspectiva, Béguin (2007a) utiliza o termo “catacrese”: uma forma de nomear coisas sem que se tenha uma palavra disponível para tal, ou de fazer algo sem os recursos técnicos em mãos, para definir as invenções dos usuários. Para o autor (Béguin, 2007a), “é o testemunho da inventividade dos usuários ou trabalhadores que procuram explorar o ambiente e inscrevê-lo a

⁶⁰ Conforme citamos no Capítulo 3.

serviço da ação, a fim de aumentar a capacidade de agir no meio” (p. 13). E complementa ainda que

não se deve pensar que a catacrese está em declínio devido à presença de tecnologias modernas. Não se trata do caso. Durante a preparação para aterrar, por exemplo, observamos que pilotos de aeronaves que não estão satisfeitos com a velocidade de descida proposta pelos computadores de bordo podem introduzir falsas informações (por exemplo, eles podem especificar que há um vento de cauda quando tal vento não existe) de forma que o computador irá definir uma velocidade de aterragem que atenda às suas vontades. (Béguin, 2007a, p. 13).

Nesse mesmo sentido, destacamos algumas contribuições interessantes de autores do *Design*. Bouffleur (2006), por exemplo, se debruça sobre aquilo que vulgarmente se denomina no Brasil como uma “gambiarra”, ou seja, uma criação de um novo artefacto, em condições diferentes daquela em que foi originalmente concebido, a partir da transformação ou reconfiguração de outros artefactos industriais pré-existentes, em geral, não constituídos com o objetivo industrial de serem comercializados, mas para serem apenas utilizados. Para o autor, trata-se de fenómenos que se enquadram numa definição que, a partir do *design*, poderia ser entendida como “pós-uso”⁶¹ (Bouffleur, 2006), e aponta ainda que

muitas dessas manifestações, observadas por profissionais e estudiosos da área, devido a algum grau de semelhança com a atividade do *design* industrial, vem recebendo nomenclaturas do tipo: *design* alternativo, *design* espontâneo, *design* popular, *design* não-canônico, *design* não-profissional, *design* vernacular, *pré-design*, entre outros. (p. 22)

Quanto a esse aspeto, é interessante ainda abordar que tais práticas constituem uma busca por uma solução não convencional. Uma das condições que parece motivar este tipo de solução é a existência das necessidades específicas ou insólitas, estando estas sempre relacionadas a um contexto particular e a uma conjuntura de situações que não se repetem de forma padronizada e nem costumam ser previsíveis (Bouffleur, 2006). Ainda para o autor,

é natural, assim, encontrarmos diversos exemplos de objetos que são transformados, pequenas adaptações que são feitas para melhor adequar a função de um produto, artefactos que são criados a partir de resíduos de outros, ajustes, consertos, remendos improvisados dentro das condições cabíveis naquele instante. (Bouffleur, 2006, p. 25)

⁶¹ Bouffleur (2006) cita que assim como na arquitetura existe um campo de estudo conhecido como “pós-ocupação”, o qual já é bastante difundido, na área do *design*, o equivalente seria o fenómeno do “pós-uso”, mas que, diferentemente, vem sendo pouco pensado e analisado.

Bouffleur (2006) cita ainda que uma das razões, entre diversas outras, que pode motivar uma “gambiarras”, é a existência de produtos industriais mal projetados. Segundo o autor (Bouffleur, 2006), apesar da alta credibilidade que os produtos industrializados possuem perante a sociedade, não faltam exemplos de produtos mal projetados, sendo que, muitas, vezes as condições de uso e sua conjuntura são ignoradas por quem os desenvolve. O mesmo autor refere ainda que

a responsabilidade por essas falhas envolve os profissionais que elaboram artefactos industriais: tanto os engenheiros quanto os *designers* de produto. Há exemplos nos quais se priorizou o aspeto estético ao invés do funcional – uma postura muito criticada por profissionais da área de engenharia em relação aos colegas *designers*. Há também exemplos em que se priorizou o raciocínio de funcionamento lógico do produto ao invés de serem consideradas as condições de uso e as reais necessidades do usuário final, típico do paradigma da engenharia. Outra situação muito corrente é a extrema complexidade para utilizar ou operar alguns produtos. Ao não compreender a interface ou o funcionamento correto, o usuário tenta utilizá-lo da maneira que for possível. A consequência, assim, é o sub-aproveitamento, avarias, ou adaptações inadequadas. (Bouffleur, 2006, p. 50)

É muito interessante portanto fazer um paralelo entre o conceito de pós-uso e o conceito de estratégias operatórias desenvolvida no seio da Ergonomia da Atividade, visto que eles permitem “ajustar” um artefacto, de acordo com necessidades circunstanciais. E obviamente, como cita ainda Bouffleur (2006), “o ato de improvisação, de criar soluções imediatas e de desenvolver artefactos específicos não é uma exclusividade, e nem vale como elemento para definir a especificidade de qualquer cultura ou população” (p. 38). É portanto, no nosso ponto de vista, uma capacidade universal do ser humano de desenvolver alternativas.

Uma outra contribuição teórica denominada *Metadesign* aborda a questão da não finalização da conceção, explorando a ideia de que esta se constitui como um processo aberto. Essa teoria se desenvolve e repercute principalmente na conceção de *softwares*, assim como na arquitetura. Como aponta Vassão (2010), “visto enquanto processo, o projeto será, por definição, aberto e infundável, aceitando a ‘impossibilidade de uma realização última’” (p. 5). Logo, por não se limitar, não se encerrar e jamais se formalizar, garante assim uma postura ética livre e democrática, herança do pensamento nómade *deleuzi-guattariano* (Vassão, 2010). Ao reconhecer a impossibilidade dessa “realização última” do projeto, afirma que

as coisas permanecem em movimento, o que promove sua nomadização, e torná-las nómade significa ampliar o espaço de subjetividade, a mobilidade dos conceitos, ideias, propostas, objetos – apropriar-se desse repertório tão estático em sua origem, e

transformá-lo em um ferramental de mobilidade conceitual, de alteridade de propostas. (Vassão, 2010, p. 23)

Para Virilio (citado por Vassão, 2010, p. 20), o *metadesign* é um processo, em geral, ilegítimo, de produção do mundo cotidiano: a sociedade criando a si mesma, definindo o seu próprio funcionamento.

6.4.7. DIVERSIDADE DE ATORES

A Ergonomia reconhece a concepção como uma atividade que estabelece-se por uma diversidade de atores. Trata-se de uma atividade tanto coletiva assim como social, visto que envolve a integração entre diversas especialidades técnicas e a interação entre os envolvidos. Garrigou et al. (1995) citam que a concepção é um processo interativo de coordenação complexa. Já para Béguin (2007b),

a concepção é um trabalho de grupo porque qualquer que seja o objeto a conceber (situação de trabalho ou produto), este é demais complexo para que só uma pessoa disponha de uma representação de todos os problemas a resolver e possua as competências para todos resolver. Reduz-se então essa complexidade diferenciando as tarefas e atribuindo-as aos atores de acordo com suas especialidades técnicas e de seus saberes. (p. 326)

A maioria dos projetos industriais requer numerosos especialistas de diferentes áreas: engenharia civil, ar condicionado, eletricidade, mecânica, automação de sistemas, etc. Com base em especificações, os especialistas propõem diferentes soluções técnicas. Para Garrigou et al. (1995) o processo de concepção é altamente fragmentado e cada especialista trabalha exclusivamente em seu próprio campo de conhecimento. Bucciarelli (1994) aponta que essas distintas especialidades técnicas podem divergir consideravelmente devido aos aspectos fragmentados do projeto, sendo que, cada uma dessas especialidades constitui-se um “mundo do objeto” que não necessariamente comunicam-se entre si. Tal acontece porque os diversos atores envolvidos nos processos de concepção possuem lógicas diversas.

Essa necessidade revela a premissa da natureza social da atividade de concepção. Por isso, além de um trabalho coletivo, a concepção também é tratada como um processo de interações sociais dinâmicas, nas quais são necessárias negociações, trocas, intercâmbios e compromissos entre os interesses dos diversos atores (Bucciarelli, 1994). Os diferentes atores, com “lógicas” ou

interesses distintos, se confrontam na busca de resultados. Esses resultados são, dessa forma, “compromissos” resultantes das negociações entre esses atores (Jackson, 1999).

Assim, como afirma Bucciarelli (1994), a concepção deve contemplar não só o artefacto de projeto, o objeto (representado como um projeto de engenharia), mas também o “mundo desse objeto”, que envolve o esforço organizacional, seu gerenciamento, suas relações e interfaces. Nesse contexto, o papel do gestor do projeto é de coordenar e avaliar periodicamente os diferentes estudos que são conduzidos pelos especialistas, a fim de contribuir com modificações necessárias. Ainda segundo o autor (Bucciarelli, 1994), o engenheiro é responsável por conciliar os diferentes “mundos do objeto” de cada um dos especialistas.

Outros autores apontam ainda que os projetistas profissionais não são os únicos atores abrangidos num processo de concepção. Outras categorias profissionais estão envolvidas na expressão dos objetivos do projeto, seu financiamento, avaliação das soluções propostas, arbitragens necessárias, desenvolvimento da construção, e finalmente uso do sistema (Daniellou, 2007), e assim, o conjunto dos atores da concepção, inclui os projetistas profissionais mas não se limita a eles:

a designação desses grupos de atores é extremamente diversa conforme os projetos e as empresas. Para se orientar na estruturação do processo de concepção, o ergonomista pode procurar quais são os atores portadores da *vontade relativa ao futuro*, e quais são os atores que, através da busca de soluções, precisam avaliar a *factibilidade* correspondente. (Daniellou, 2007, p. 304)

Para Béguin (2007b), essa diversidade de atores implica em novas complexidades para a concepção, e conforme defende Martin (2000), é preciso que as lógicas heterogêneas dos diversos envolvidos possam se comunicar. A concepção deve portanto ser entendida como um processo social capaz de ser mobilizado.

O ergonomista, ao buscar se integrar aos processos de concepção, terá de lidar com essa variedade de atores e ser capaz de mobilizá-los e se mobilizar perante a eles. Retomamos a questão no papel do ergonomista na concepção no capítulo a seguir.

Breve Síntese do Capítulo

No presente capítulo apresentamos as definições dos termos concepção, projeto e *design*, e ressaltamos as suas diferenças e semelhanças, destacando as dificuldades em utilizar esses termos de forma precisa, dada a pluralidade de usos e sentidos na língua portuguesa. Apontamos

a preferência por utilizar, na presente investigação, o termo concepção quando nos referirmos à criação de artefactos, e conceptualizamos esses termos, não em torno de suas origens etimológicas, mas sim em função daquilo que representam, ou seja, a capacidade de criar artefactos. Em seguida, citamos as principais teorias e métodos de concepção e seus autores centrais, e destacamos aquelas que colocam o usuário numa posição central e participativa nos processos de concepção. Finalizamos o capítulo fazendo referência à perspectiva da Ergonomia em relação à concepção, apontando as características centrais identificadas por seus autores.

Página deixada propositadamente em branco.

CAPÍTULO 7. A ERGONOMIA DE CONCEÇÃO E O MÉTODO DA ABORDAGEM DA ATIVIDADE FUTURA

No Capítulo 5, descrevemos os conceitos centrais da Ergonomia da Atividade e as etapas do método da Análise Ergonómica do Trabalho. Citamos que na sua última etapa, o ergonomista deve fornecer recomendações que irão nortear a transformação do trabalho. Entretanto, ao longo de suas práticas e intervenções, o ergonomista percebeu que tal processo de transformação requeria que a sua participação se desse de outras formas e com isso começou a se aproximar dos processos de conceção dos meios de trabalho. Desde então, os ergonomistas têm desenvolvido quadros metodológicos específicos visando atuar em tais processos e quadros teórico-conceptuais nos quais buscam compreender em que constitui a atividade de conceção.

No último capítulo apresentamos o ponto de vista de autores da Ergonomia sobre a conceção. Já neste capítulo apresentamos um quadro teórico-metodológico, denominado Ergonomia de Conceção, que se dedica especificamente a influenciar, contribuir e participar na conceção dos sistemas produtivos. Apresentamos alguns de seus fundamentos conceptuais e finalizamos o capítulo com a descrição do método da Abordagem da Atividade Futura.

7.1. O Nascimento da Ergonomia de Conceção

7.1.1. O ENVOLVIMENTO DO ERGONOMISTA NOS PROCESSOS DE CONCEÇÃO

Apesar da Ergonomia da Atividade ter em seu cerne a busca pela transformação das situações de trabalho, o envolvimento do ergonomista em tais processos modificou-se ao longo do tempo. Diversos autores (Béguin, 2007b; Daniellou, 2007; Duarte, 2002b; Falzon, 2007; Jackson, 1999) citam uma mudança nos papéis do ergonomista e entendem que as formas de atuação deste nas empresas têm evoluído com o passar dos anos.

Inicialmente, o ergonomista era visto como um fornecedor de dados ergonómicos ou conhecimentos sobre o funcionamento do ser humano (Garrigou, 1994 citado por Menegon, 1999), especialista das condições de trabalho, dedicado a produzir conhecimentos sobre a realidade do trabalho (Jackson, 1999). Daniellou (2007) salienta que a sua contribuição assumia a forma de recomendações dadas após uma análise do existente, e “levá-las em consideração ou não era decisão dos gestores de projeto e dos projetistas” (p. 303). Assim, Duarte (2002b) recorda que, apesar de, no início, a Ergonomia da Atividade ter sido utilizada numa perspetiva de diagnóstico

das situações de trabalho, uma outra perspectiva começou a ser delineada, com a participação de ergonomistas nos projetos de desenvolvimento tecnológico, como os projetos de automação, modernização tecnológica e a concepção de novas unidades produtivas de diferentes setores industriais. Na década de 1990, Garrigou (1994 citado por Menegon, 1999) ressaltou que o papel do ergonomista encontrava-se em plena transformação. Para Jackson (1999), essa mudança de papel teria sido motivada por uma dificuldade do ergonomista de transformar efetivamente as condições de trabalho, podendo ser identificadas quatro razões de tal dificuldade:

“[em primeiro lugar], ao atuar inicialmente como um perito das condições de trabalho, o ergonomista assumia um papel de provedor de um diagnóstico das situações e fornecedor de recomendações. Tal papel pressupõe uma posição externa ao problema colocado, à situação e aos atores envolvidos. Com isso, os ergonomistas ficavam excluídos do processo de transformação posterior à perícia; [em segundo lugar] apesar dos ergonomistas disporem inicialmente de conhecimentos suficientes para recomendar modificações em relação aos aspectos físicos dos postos de trabalho (espaço, iluminação, ruído, etc.), eles não possuíam nem métodos nem conhecimentos para enfrentar a influência das exigências impostas pela organização do trabalho, determinante decisivo das condições de trabalho (Dejours, 1987); [em terceiro lugar] a posição do ergonomista em relação aos representantes das empresas era bastante difícil, visto que sua presença era geralmente solicitada pelas instâncias sindicais. Disso, os ergonomistas não conseguiam, dessa forma, criar mecanismos de cooperação com os atores da empresa; [em quarto lugar] o diagnóstico produzido pelo ergonomista, a partir da descrição do trabalho existente, não permitia a ele assegurar a qualidade da situação transformada por suas recomendações. (p. 63)

Para Jackson (1999), a participação dos ergonomistas em projetos organizacionais afirmou novos paradigmas para a prática profissional da disciplina: o ergonomista passou a assumir uma posição na qual é também um fomentador das mudanças, e o seu papel evoluiu de uma posição externa ao problema e à situação analisada para uma posição interna à situação, passando a participar nos projetos de introdução das novas tecnologias e tornando-se corresponsável pelos seus resultados.

Assim, observa-se, já a partir dos anos 1980, a integração dos ergonomistas nos processos de introdução de novas tecnologias nas empresas assim como na determinação de seus efetivos, devido sobretudo às preocupações relativas à confiabilidade dos grandes sistemas industriais e aos limites observados nas formas de condução “tecnicista” de tais projetos, o que provocou uma série de acidentes e perdas financeiras; e a uma pressão social por melhores condições de trabalho (Daniellou, 2004; Jackson, 1999).

O ergonomista passou a ser visto como um ator da concepção dos meios e artefactos de trabalho (Béguin, 2007b; Daniellou, 2007; Garrigou, 1994 citado por Menegon, 1999; Martin, 2000; Pinsky, 1992 citado por Jackson, 1999) e, com isso, desenvolveu métodos para participar nos projetos, tendo como base a “descrição do trabalho e a busca de um prognóstico do trabalho futuro” (Jackson, 1999, p. 62). Essa “vontade prescritiva” (Falzon, 2007) dos ergonomistas, contribui para a elaboração de soluções e amplia a possibilidade de intervir nas situações, e não se restringe somente à descrição ou compreensão das realidades do trabalho.

7.1.2. O DESENVOLVIMENTO DO QUADRO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Atualmente, a participação dos ergonomistas nos processos de concepção é aceite como uma das possíveis formas de ação ergonómica. Enquanto um ator do processo de concepção dos meios de trabalho, o ergonomista tem como objetivo "melhorar as futuras situações de trabalho do ponto de vista da saúde e da eficácia (Garrigou, 1994 citado por Menegon, 1999). Entretanto, conforme cita Daniellou (2007), "progressivamente ficou claro que a concepção implicava processos complexos que o ergonomista precisava aprender a conhecer, e dos quais ele precisava participar o tempo todo, caso desejasse influenciá-los de maneira significativa" (p. 303).

Da necessidade de se integrar às equipas de projeto, o ergonomista precisava conhecer as questões pertinentes à concepção. Com isso, passa a buscar compreender as suas características, os seus processos, e o trabalho daqueles que tradicionalmente concebem os artefactos e sistemas produtivos⁶². Daniellou (2007) cita que com isso, desenvolveram-se conhecimentos sobre a evolução real dos projetos e sobre a atividade dos projetistas. Ou seja, de acordo com Jackson (1998 citado por Jackson, 1999), “o próprio processo de projeto tornou-se objeto de investigação para facilitar a ação dos ergonomistas" (p. 64).

Mas à medida que o ergonomista assumiu um papel de ator da concepção, precisou desenvolver, para além de conhecimentos sobre a atividade de concepção, um quadro metodológico que lhe desse suporte. Daniellou (2007) aponta que os ergonomistas "pouco a pouco identificaram que seus métodos de conhecimento do trabalho não eram transponíveis, de maneira simples, ao trabalho futuro, e que era preciso desenvolver novos métodos" (p. 303).

⁶² Citamos alguns desses aspetos no Capítulo 6.

É possível notar que, apesar da Ergonomia da Atividade deixar claro o direcionamento para transformação, o método da AET encontra-se muito mais desenvolvido na etapa de análise das situações do que na etapa de desenvolvimento e implementação das modificações. Da necessidade de compreender a concepção e de desenvolver novos métodos visando a integração da Ergonomia, desenvolveram-se as bases conceituais do quadro teórico-metodológico da Ergonomia de Concepção. Entendemos ser esta uma ramificação da Ergonomia da Atividade, visto que se desenvolve amparada nos mesmos pressupostos e conceitos, além de possuir abordagens metodológicas semelhantes como, por exemplo, a proximidade com as situações reais de trabalho, a análise de situações reais e o contato direto com os trabalhadores.

7.2. A Ação em Ergonomia de Concepção

7.2.1. OBJETIVOS DAS AÇÕES EM ERGONOMIA DE CONCEÇÃO

Costuma-se distinguir entre uma Ergonomia de Correção e uma Ergonomia de Concepção. Entretanto, na prática ergonómica, reconhece-se que “toda intervenção ergonómica numa situação existente visa contribuir com a definição de uma situação futura mais favorável, seja no caso de uma transformação limitada da mesma situação, ou no da concepção de novos meios de trabalho” (Daniellou e Béguin, 2007, p. 287). Por isso, a distinção entre ambas tende a se atenuar.

Mas ainda assim, é preciso que a compreensão do existente e a ação sobre o futuro estejam articulados. Disso, a primeira questão a ser elucidada é o qual o objetivo da Ergonomia na concepção, ou seja, qual a sua utilidade e o que o ergonomista visa alcançar através da participação na concepção dos artefactos. Mais especificamente em relação àqueles que constituem os meios de trabalho, Garrigou et al. (2001) alegam que a contribuição da Ergonomia nos processos de concepção dos sistemas industriais se dá tanto do ponto de vista da eficácia quanto da saúde dos operadores. Sørensen e Broberg (2012) apontam que a integração da Ergonomia nos processos de concepção podem contribuir para a criação de ambientes de trabalho seguros e saudáveis.

Isso implica que, ao longo da concepção, os atores envolvidos estejam sempre atentos à questão colocada por Guérin et al. (2001): "Como se poderá trabalhar com este dispositivo?" (p. 184). Ou seja, parte-se da ideia de que é preciso antecipar, para além do funcionamento técnico da instalação, a atividade futura dos operadores. Daniellou e Garrigou (1992) afirmam que “a introdução da Ergonomia nas diversas fases da concepção visa colocar a atividade humana no

primeiro plano das decisões dos projetistas” (p. 56). Para Conceição (2011), o objetivo é a melhoria das condições de trabalho graças à antecipação dos problemas que dificilmente podem ser corrigidos quando o projeto já foi concluído.

Ora, se a concepção pode ser entendida como um processo de determinação de um objeto assim como da situação de trabalho e das possíveis ações dos futuros operadores (Béguin, 2007c), as interações entre os projetistas e os ergonomistas permitirão a elaboração das margens de manobra, contribuindo assim para atingir os objetivos da produção e a melhoria das condições de trabalho (Garrigou et al., 2001). Logo, a contribuição da Ergonomia nos processos de concepção se dá

na medida em que [as interações] vão permitir identificar as necessidades dos utilizadores futuros e onde elas nutrirão suficientemente a reflexão e a atividade dos atores dos processos de concepção, vão também suportar os utilizadores em suas estratégias de condução/operação das instalações. (Garrigou et al., 2001, p. 2)

A questão que se coloca é como o ergonomista pode participar dos processos de concepção, interagindo com os seus diversos atores, e como o conhecimento ergonómico pode ser tido em consideração na concepção das bases técnicas da produção.

7.2.2. UMA DUPLA CONSTRUÇÃO: TÉCNICA E SOCIAL

Citamos que o ergonomista envolvido na concepção busca contribuir para transformar situações futuras de uso e de trabalho. Mas como apontam Haslegrave e Holmes (1994), os pontos de vista sobre a relação entre a Ergonomia e a concepção dos artefactos variam desde aqueles mais controversos de que a Ergonomia restringe a concepção e inibe a inovação, à crença de que ambas estariam fortemente relacionadas ou ainda seriam os dois lados de uma mesma moeda.

Daniellou e Béguin (2007) salientam que a abordagem do ergonomista é muito diferente de uma auditoria, por exemplo, onde o especialista é “detentor de um estado-objetivo ideal que a ação visa atingir” (p. 286). “Numa ação ergonómica, tanto a caracterização do estado inicial – o diagnóstico, a definição do estado-objetivo, quanto a natureza do processo a implementar constituem uma ‘co-produção’ entre o ergonomista e os outros atores” (Daniellou e Béguin, 2007, p. 286).

O papel do ergonomista não é de somente fornecer critérios para os projetistas. O estudo de Wulff, Westgaard e Rasmussen (1999a, 1999b) demonstra que a disponibilização de critérios de ergonomia aos projetistas não é suficiente para garantir que esses sejam incorporados na

concepção⁶³, sendo que isso está muito mais associado com a presença e participação ativa do ergonomista nas decisões e na interação pessoal com os projetistas. Broberg (2007) também defende que a transferência de conhecimentos ergonômicos para os engenheiros por si só não os “ativa” a incorporar a Ergonomia na concepção: “fatores organizacionais tal como a socialização em culturas específicas de engenharia e a natureza social dos processos de concepção são decisivas para compreender as condições de integração da Ergonomia” (p. 365). Por isso, o papel do ergonomista não é simplesmente trazer novos “tijolos de conhecimento”⁶⁴ aos projetistas, que esses poderiam adicionar àqueles que eles já possuem (Garrigou et al., 1995), e trata-se muito mais de um caso de modificar as representações do trabalho que são necessárias na concepção. Isso também é defendido por Daniellou e Béguin (2007), que afirmam que “a ação ergonômica, que visa influenciar a concepção dos meios de trabalho, passa por uma influência sobre as representações e sobre as maneiras de decidir que são os processos de concepção” (p. 286). Garrigou et al. (1995) também partilham a ideia de que a representação dominante do trabalho que guiam os projetistas e os gestores na concepção é distinta da atividade real, e logo, como afirma Daniellou (1987 citado por Garrigou et al., 1995) aparenta ser uma das principais causas e uma concepção ineficiente ou perigosa dos meios de produção. Ou seja, a atividade do ergonomista não pode ser descrita como a simples aplicação de conhecimentos, nos processos de projeto, sobre o funcionamento do Homem.

Diversos autores (Daniellou, 2007; Garrigou et al., 1995; Jackson, 1999) citam que uma ação em Ergonomia de Concepção implica uma dupla construção: técnica e social. Para Daniellou (2007) é essa dupla construção que permite que o ergonomista influencie nas escolhas de concepção:

a construção social visa posicionar o ergonomista em relação aos diferentes atores do processo de concepção, e permitir que ele desenvolva com eles interações pertinentes. A construção técnica consiste em reunir os elementos que permitem abordar a atividade futura dos usuários do sistema. (p. 304)

Segundo Garrigou et al. (1995),

uma construção social é necessária para que as “regras do jogo” possam ser claramente negociadas entre todas as partes, incluindo os representantes de Saúde e Segurança;

⁶³ Ao entrevistar 42 pessoas (entre as quais, engenheiros mecânicos, elétricos, arquitetos) envolvidas num projeto de larga escala de plataformas *off-shore*, Wulff et al. (1999a) observaram que tanto os documentos, requisitos, responsabilidades e organização do setor de Ergonomia eram pouco conhecidos pelos projetistas.

⁶⁴ No original, “*bricks of knowledge*”.

uma construção técnica, que consiste na definição dos métodos que serão usados para permitir o confronto positivo dos diferentes tipos de conhecimento. (p. 313)

O papel do ergonomista na concepção é, portanto, promover e participar dessa dupla construção.

7.2.2.1. O Ergonomista e a Construção Técnica da Concepção

Apesar de ser possível identificar interesses comuns entre os projetistas e os ergonomistas, Haslegrave e Holmes (1994) argumentam que os ergonomistas possuem um papel distinto na concepção. Para esses autores, pode ser inevitável que as diferenças entre as preocupações dos engenheiros e ergonomistas cause alguns problemas, uma vez que o engenheiro concentra-se na estrutura e montagem dos componentes e lida com questões tais como a disponibilidade e o custo dos materiais, resistência e durabilidade, enquanto que as preocupações dos ergonomistas pertencem às funções para as quais os produtos serão utilizados e com os problemas que os usuários podem ter com eles (Haslegrave e Holmes, 1994). Ao buscar influenciar nos processos de decisão da concepção, o ergonomista deve trazer o seu ponto de vista particular, relativo à atividade e ao funcionamento humano. Leplat e Cuny (1983) citam que o ergonomista ajuda a traduzir as exigências humanas em termos utilizáveis pelo engenheiro, podendo contribuir para uma melhor concepção dos materiais e das instalações. Hale (1990 citado por Haslegrave e Holmes, 1994) sugere que os ergonomistas são melhor indicados do que os projetistas para fazer a identificação e avaliação dos riscos potenciais e das formas possíveis que um produto pode ser usado incorretamente.

Mas o ergonomista pode também “contribuir para que se expressem ou que se encontrem outros pontos de vista que até então tinham lugar menor na empresa” (Daniellou e Béguin, 2007, p. 286). Se a concepção envolve uma “confrontação de lógicas” entre os diversos atores, Daniellou (1995 citado por Jackson, 1999) defende que o ergonomista deve tentar influenciar o processo de decisão para deslocar os “compromissos” para soluções onde o ponto de vista do trabalho seja levado em conta.

Ainda na visão de Daniellou (2007), a concepção “deveria favorecer a interação entre a definição dos objetivos e a busca de soluções, entre os ergonomistas e projetistas” (p. 306). De acordo com Haslegrave e Holmes (1994, p. 218), a “introdução das considerações da Ergonomia é geralmente um estímulo ou catalisador para novas ideias para os engenheiros”.

Uma outra questão apontada é como os critérios e requisitos ergonômicos devem ser apresentados aos projetistas. Quanto à essa questão, Wulff et al. (1999b) ressaltam que os projetistas preferem critérios específicos do que critérios generalistas, mas que esperam ainda que esses sejam adaptáveis às diferentes situações. Porém, os autores (Wulff et al., 1999b) apontam que mesmo fornecendo critérios específicos aos projetistas, isso não é garantia que eles sejam implementados nas decisões da concepção.

7.2.2.2. O Ergonomista e a Construção Social da Concepção

Reconhecida a diversidade de atores envolvidos na concepção, o ergonomista é levado a trabalhar com essa diversidade, individualmente ou em instâncias coletivas. Por isso, “as interações que o ergonomista estabelece com outros atores, tanto para caracterizar as situações existentes quanto para implementar processos de transformação, são características da intervenção em Ergonomia” (Daniellou e Béguin, 2007, p. 286).

Logo, a ação do ergonomista se dá no seio de processos coletivos, que ele vai procurar alimentar e influenciar. Segundo Daniellou e Béguin (2007) os conhecimentos que podem guiar o ergonomista na construção social da intervenção provêm, ao mesmo tempo, das disciplinas que estudam o funcionamento dos coletivos (Sociologia, Psicossociologia, Psicologia Social, etc.) e da experiência acumulada e formalizada pelos próprios ergonomistas. De acordo com Broberg e Hermund (2004), os ergonomistas serão capazes de influenciar os processos de concepção se eles forem politicamente habilidosos e capazes de “navegar” dentro da organização.

O primeiro passo é que o ergonomista saiba “identificar os outros atores envolvidos e posicionar sua ação em relação às deles, de um modo que favoreça a realização de sua missão” (Daniellou e Béguin, 2007, p. 290). Visto que o grupo de atores pode ser extremamente diverso conforme os projetos e as empresas, Daniellou (2007) sugere que o ergonomista procure quais são “os atores portadores da vontade relativa ao futuro, e quais são os atores que, através da busca de soluções, precisam avaliar a factibilidade correspondente” (p. 305). Isso pode ajudar a

estabelecer as interações apropriadas com esses atores, visto que aqueles portadores da vontade relativa ao futuro comportam a definição dos objetivos do projeto, a busca de seu financiamento, a escolha das equipes técnicas que efetuarão os estudos e levarão a bom termo a realização, a implementação de processos de arbitragem e de recepção. (Daniellou, 2007, p. 304)

Entretanto, o ergonomista

deve evitar a hipótese simplista, segundo a qual os pontos de vista dependem de categorias socio-profissionais definidas *a priori*. Pode haver, por exemplo, uma grande diversidade de posições numa mesma direção de empresa, entre responsáveis que são confrontados com uma diversidade de desafios (p. ex., a gestão dos recursos humanos, as relações com a administração, as exigências dos clientes, a imagem em relação à população em geral...). Do mesmo modo, ele pode identificar certas convergências entre uma parte dos desafios da direção e uma parte dos desafios dos assalariados (p. ex., no que diz respeito à qualidade do serviço aos clientes). (Daniellou e Béguin, 2007, p. 286)

Ou seja, na construção social da intervenção, o ergonomista deve ficar atento ao facto de que os atores com os quais ele vai construir a intervenção têm posições que determinam parcialmente a ação deles, assim como ao facto de que nenhuma pessoa pode ser considerada apenas como o representante típico da posição que ocupa (Daniellou e Béguin, 2007). De acordo com esses autores, "a intervenção se constrói com as pessoas singulares presentes, e os aliados e freios potenciais não podem ser identificados unicamente através do conhecimento do organograma" (Daniellou e Béguin, 2007, p. 290).

Um outro aspeto a ser tido em consideração é que o ponto de vista do ergonomista não é o único legítimo e pertinente na empresa. Ou seja, não são apenas os seus saberes profissionais que lhe permitem apreender o sentido que os diferentes atores da empresa dão à sua intervenção: os saberes que os outros detêm, suas representações do problema ou das saídas possíveis, os projetos que eles alimentam, devem ser levados em conta (Daniellou e Béguin, 2007). Por isso, o ergonomista deve promover os meios de uma confrontação positiva entre o ponto de vista do trabalho, do qual ele é portador, e os outros pontos de vista representados. Para Garrigou (1994 citado por Menegon, 1999, p. 21), para atingir os seus objetivos, o ergonomista deve transformar as representações dos projetistas sobre o ser humano em situações de trabalho.

Ou seja, uma ação ergonómica em conceção requer um processo social de mobilização de uma diversidade de atores e de uma articulação entre os seus vários pontos de vista através de uma mudança na representação dos mesmos. Essa construção permite elaborar as regras e posicionar os diferentes atores em relação aos outros, sejam eles projetistas, operadores, equipas de manutenção, representantes dos trabalhadores, etc. (Garrigou et al. 2001). Para Jackson (1999), a intervenção do ergonomista depende de sua capacidade de instaurar processos cooperativos e de se tornar um verdadeiro "ator de projeto", o que significa que ele passa a ser reconhecido pelo grupo de projetistas como um membro da equipe, e sua contribuição levada em conta nas decisões. Para Haslegrave e Holmes (1994), um bom relacionamento entre o ergonomista e os

projetistas deve ser estabelecido inicialmente, mas apontam que “isso não é facilmente alcançado a menos que bons canais de comunicação já existam dentro da empresa, sendo que uma boa gestão é necessária para criar um processo de concepção eficiente, e fatores organizacionais podem ser tão importantes como estabelecer uma relação técnica” (p. 218).

Um terceiro aspeto deve ainda ser ressaltado. O posicionamento do ergonômista, ao longo da construção social da intervenção não é fixo. Para Daniellou e Béguin (2007),

o posicionamento do ergonômista é a gestão ativa de sua distância em relação aos diferentes atores da empresa. Esse posicionamento é dinâmico, evolui ao longo da intervenção. Trata-se, ao mesmo tempo, de poder estabelecer em cada fase os contatos necessários aos níveis adequados, de levar a sério os constrangimentos que pesam sobre os atores em relação às suas respectivas posições, e de não se deixar enclausurar no sistema de constrangimentos de uma das instâncias presentes. (p. 290)

Ou seja, uma ação ergonômica em concepção envolve, para além de uma construção técnica, uma construção social, política e estratégica igualmente relevante, no sentido que pode promover ou dificultar o seu desenvolvimento.

7.2.3. CUSTOS E BENEFÍCIOS DA INTERVENÇÃO EM CONCEÇÃO

Quantificar os custos e benefícios económicos da incorporação da Ergonomia aos projetos de concepção não é uma tarefa trivial. Para Hendrick (2003), embora tanto a determinação dos custos e dos benefícios possam ser complexos, medir os custos é geralmente mais fácil do que medir os benefícios. De acordo com o autor (Hendrick, 2003) a dificuldade está em estimar quais serão os benefícios em termos financeiros antes que o projeto seja realizado, concluído e tenha tido tempo para gerar resultados. Resta, na maioria das vezes, buscar na literatura casos de estudo semelhantes para auxiliar a estimar os benefícios da intervenção.

Entretanto, diversos autores da Ergonomia são unânimes em afirmar que quão mais cedo se dá a participação do ergonômista nas equipas de projeto, menos custosos são os esforços necessários. Para Guérin et al. (2001), “talvez se possa identificar dificuldades a tempo, e pedir modificações antes que elas se tornem dispendiosas” (p. 184).

Um estudo da Auburn Engineers⁶⁵ publicado em 2001, citado por Guimarães (2006) e por Hendrick (2003), mostra que o custo das ações ergonómicas aumenta quão mais tarde no processo projetual a Ergonomia é incorporada. De acordo com tal estudo, o custo da inserção da Ergonomia nos projetos varia de 1 a 2,5% do custo total do projeto quando os ergonomistas participam no começo do desenvolvimento do projeto, a até acima de 12% quando são trazidos após o sistema ter entrado em operação. A Figura 5 ilustra essa evolução dos custos de acordo com o momento da incorporação da Ergonomia aos projetos.

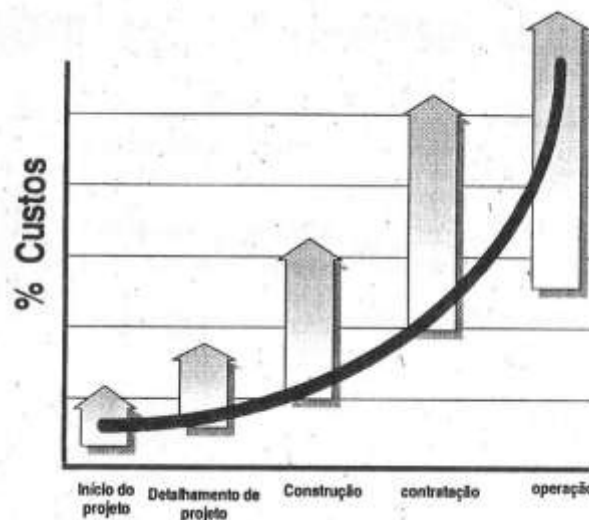


Figura 5 – Custo das ações ergonómicas em função da fase da concepção (reproduzido de Guimarães, 2006, p. 3).

7.2.4. CASOS EM ERGONOMIA DE CONCEÇÃO

Diversos autores relatam casos de ações ergonómicas em concepção. Destacamos alguns a seguir, buscando exemplificar diferentes setores empresariais e países.

Haslegrave e Holmes (1994) citam a participação de ergonomistas em projetos de concepção numa empresa fabricante de camiões do Reino Unido. Três casos de sucesso são relatados (a concepção de uma cabine dormitório, a disposição e arranjo de sistemas de informação e comunicação no painel e o *layout* do espaço dos passageiros de um *minibus*) sendo que a participação dos ergonomistas mostrou ser um catalisador da cooperação entre departamentos da empresa e uma fonte de novas ideias para os projetistas.

⁶⁵ Uma empresa estadunidense de consultoria em Ergonomia.

Garrigou et al. (1995) citam intervenções ergonómicas na modernização de duas unidades de impressão de jornais francesas, motivadas por um histórico de problemas de doenças e mortes relacionadas ao trabalho com impressoras rotativas. O resultado da ação evidencia como a organização de grupos de trabalho multidisciplinares, com a participação de projetistas e operadores, permitiu confrontar os saberes específicos de cada um desses grupos de atores em relação aos aspetos sociocognitivos do trabalho, assim como o papel do ergonômista, para além de um especialista técnico, como um organizador de uma confrontação positiva desses saberes.

Duarte et al. (2008) relatam a integração da Ergonomia na conceção de um centro integrado de controlo de uma unidade petroquímica localizada no Brasil, e trazem a reflexão de como a articulação e a compatibilização entre as necessidades dos diferentes utilizadores e projetistas deram origem a inovações para as soluções implantadas.

Broberg (2008) relata a participação de ergonômistas no projeto e a implementação de uma nova tecnologia na ampliação de uma linha de produção de luvas para tubulações de esgotos, em que a utilização de “jogos de projeto”, promovidos com a participação dos trabalhadores, tiveram uma profunda influência na proposta de *layout* para as novas instalações, além de incluírem importantes aspetos ergonómicos. Os resultados do estudo demonstram que os trabalhadores, a partir de suas experiências práticas e ideias, trouxeram à tona aspetos que não tinham sido inicialmente consideradas pelos engenheiros de projeto.

Ramos, Gonçalves, Simões e Rebelo (2010) descrevem uma ação desenvolvida numa empresa de fabricação de transformadores elétricos localizada em Portugal, que tinha como objetivo inicial a diminuição de problemas músculo-esqueléticos das operadoras de montagem das bobinas. A ação desencadeou numa proposta de alteração do dispositivo de controlo de uma máquina, facilitando o seu acesso e uso. Os autores citam as diversas etapas da ação, e ressaltam o desenvolvimento de um posto de trabalho piloto no qual as operadoras tiveram a oportunidade de experimentar as mudanças e contribuir para o desenvolvimento das mesmas.

Conceição (2011) descreve a participação de ergonômistas na conceção de espaços de trabalho de uma plataforma petrolífera *off-shore* no Brasil. O autor destaca que, apesar da inexistência de diretrizes referente à Ergonomia na empresa e do baixo *feedback* das soluções implementadas em projetos anteriores, a participação dos ergonômistas foi positiva na transferência da experiência dos usuários para os projetistas, e na utilização de informações mais precisas no caderno de

recomendações do projeto e no desenvolvimento de *workshops* para definição de padrões de zoneamento.

Sørensen e Broberg (2012) apresentam um estudo de caso, em que engenheiros e ergonomistas atuaram conjuntamente na concepção de uma nova unidade de processamento de materiais estéreis hospitalares na Dinamarca. O resultado do estudo evidenciou como nem todas as diretrizes ergonómicas⁶⁶ fornecidas foram implementadas na concepção, assim como o facto de que algumas questões relacionadas à Ergonomia, como por exemplo, o ambiente psicosocial e riscos químicos, não haviam sido consideradas pela equipa de engenharia e tampouco pelo ergonomista.

7.3. O Método da Abordagem da Atividade Futura⁶⁷

Citamos que a partir do momento em que os ergonomistas buscaram compreender as atividades de concepção e participar de seus processos, perceberam que os métodos até então desenvolvidos pela Ergonomia, mostravam-se limitados ou insuficientes para responder às questões colocadas. Com isso, começaram a desenvolver novos métodos visando a integração da Ergonomia aos processos de concepção. Daniellou e Béguin (2007) citam que “o conhecimento das situações existentes não é suficiente para avaliar as soluções propostas numa processo de concepção ou reconcepção.... O ergonomista precisa, então, dispor de métodos permitindo antecipar o efeito da implantação dos meios de trabalho” (p. 291).

Um desses métodos, a Abordagem da Atividade Futura – AAF, teve suas bases elaboradas por François Daniellou, um engenheiro mecânico francês, nos finais dos anos 1980. Depois disso, essa abordagem seguiu o objeto de diferentes evoluções ligadas de uma parte a uma mudança na natureza das demandas dos industriais – com intervenções mais precoces aos projetos, e de outra parte, seguido das tentativas de modelização da prática dos ergonomistas (Garrigou et al., 2001).

⁶⁶ No original, “*ergonomic guidelines*”.

⁶⁷ Alguns textos utilizam a nomenclatura Abordagem da Atividade Futura Possível e outros Abordagem da Atividade Futura Provável. Optamos por manter somente Abordagem da Atividade Futura.

A AAF possui a AET como base, contudo difere-se pelo facto de que na AAF os ergonômistas não sustentam unicamente a posição clínica – característica da AET, mas assumem o papel de atores do processo de projeto (Jackson, 1999). É composta por quatro etapas essenciais:

- Análise dos locais de referência;
- Formação do quadro futuro;
- Previsão da atividade futura;
- Análise da atividade real.

Descrevemos a seguir cada uma delas. Entretanto, antes disso, ressaltamos uma questão central que motivou o seu desenvolvimento – O Paradoxo da Ergonomia de Conceção, e um dos seus conceitos fundamentais – a Atividade Futura Provável.

7.3.1. O PARADOXO DA ERGONOMIA DE CONCEÇÃO

Quando o ergonômista busca participar nos processos de concepção, ele volta sua atenção para uma situação de trabalho para a qual deseja contribuir. Porém, o método da AET “constitui sua legitimidade a partir da análise do trabalho real” (Daniellou, 2007, p. 304). Assim, ao buscar intervir na concepção, o ergonômista se deparou com as seguintes questões: Como analisar uma atividade futura? Como compreender os elementos, constrangimentos de um trabalho que ainda não é realizado? Como melhorar as situações de trabalho do ponto de vista da saúde e da eficácia de um trabalho que ainda não existe? E ainda: Como adaptar os meios de trabalho ao que foi observado, visto que toda transformação dos meios implicaria na transformação da própria atividade? Como dar recomendações para uma transformação, visto que a nova situação apresentará novos determinantes e possivelmente novos riscos? Em suma, na concepção, o trabalho enquanto objeto da intervenção do ergonômista, ainda não existe, e logo a atividade não pode ser analisada.

Essas questões foram teorizadas por Pinsky e Theureau (1984 citado por Béguin, 2007b, Daniellou, 2007, Jackson, 1999, Wisner, 1994) e constituem aquilo que denominam o Paradoxo da Ergonomia de Conceção. Para Béguin (2007b) o Paradoxo da Ergonomia de Conceção é consequente da temporalidade paradoxal da concepção, pois da mesma forma

quando se analisa uma situação a montante do projeto, não se pode conhecer a atividade futura, que será modificada segundo as decisões dos projetistas. Quando a análise é feita após o projeto, fica-se sabendo o que devia ter sido feito. Mas é tarde demais. (p. 320)

Como consequência desse paradoxo, o ergonômista precisa mobilizar outros métodos, distintos da análise do trabalho real para poder intervir em concepção (Daniellou, 2007).

7.3.2. O CONCEITO DE ATIVIDADE FUTURA

A concepção direciona o olhar a um futuro, uma projeção, ou seja, algo que ainda não se realizou. Essa ideia foi sintetizada por Daniellou no conceito de “atividade futura” (Daniellou, 2007). O autor apresenta dois questionamentos fundamentais a respeito desse conceito. O primeiro deles, de cunho teórico, relaciona-se com a possibilidade de se prever a atividade futura (Daniellou, 2007; Daniellou e Garrigou, 1992). O segundo questionamento relaciona-se com as suas consequências científicas: "podem ser construídos modelos científicos da atividade de trabalho, que permitam prevê-la? (Daniellou, 2004, p. 197).

Para o primeiro questionamento, o autor responde que, "colocada nesses termos, a questão resulta numa resposta negativa: a atividade singular de um operador particular que utilizará o sistema não pode, evidentemente, ser prevista em detalhe" (Daniellou, 2007, p. 304), pois quando se observa a atividade dos operadores nos postos de trabalho, grandes diferenças são observadas nas estratégias usadas de acordo com o momento no tempo, o indivíduo, etc. (Daniellou e Garrigou, 1992).

Logo, “a atividade futura só poderia ser prevista precisamente se os sistemas técnicos e organizacionais fossem tão restritivos que só haveria uma forma de trabalhar – o que seria contrário aos princípios da Ergonomia” (Daniellou e Garrigou, 1992, p. 57). Ou seja, a atividade de trabalho não é previsível em sua singularidade, por se tratar de uma "construção original de um indivíduo particular em dada situação" (Daniellou, 2004, p. 190). Béguin (2007b) considera que “a realização da ação não pode ser completamente antecipada, e que a atividade futura é somente provável ou possível” (p. 323).

Entretanto, apesar da atividade futura não ser previsível em sua singularidade, os esforços da concepção não devem ser desmerecidos. Mas, ao contrário de buscar determinar a atividade, a concepção deve torná-la possível. Daniellou (2007) cita que “o ergonômista envolvido num processo de concepção não procura definir um determinado *one best way*, um modo operatório ideal que deveria depois ser seguido estritamente pelos operadores envolvidos” (p. 304). De acordo com o autor (Daniellou, 2007), é desejável que a concepção torne possíveis vários modos operatórios, aceitáveis do ponto de vista dos critérios de saúde, segurança e eficácia.

Daniellou (2007) parte da premissa de que "as escolhas de concepção abrem e fecham inúmeras possibilidades à tal atividade" (p. 304) e exemplifica: "a presença de uma paleteira dá ao operador a possibilidade de utilizá-la ou não, enquanto a ausência da paleteira força o operador a carregar o objeto" (Daniellou, 2007, p. 304).

A concepção deve, portanto, dar espaços de possibilidade (Daniellou, 2007; Daniellou e Garrigou, 1992), ou ainda, delimitar o espaço possível da atividade futura (Daniellou, 1992 citado por Jackson, 1999). Assim,

o desafio da Abordagem da Atividade Futura não é, portanto, prever em detalhe a atividade que se desenvolverá no futuro, mas prever o "espaço das formas possíveis de atividade futura", ou seja, avaliar em que medida as escolhas de concepção permitirão a implementação de modos operatórios compatíveis com os critérios escolhidos, em termos de saúde, eficácia produtiva, desenvolvimento pessoal, e trabalho coletivo, por exemplo. (Daniellou, 2007, p. 304)

Isso por sua vez significa verificar que, em diferentes situações encontradas pelos operadores, os sistemas técnico e organizacional lhes permitirão desenvolver estratégias operacionais eficientes compatíveis com a sua saúde (Daniellou e Garrigou, 1992). Ou seja, a AAF deve buscar prever as margens de manobra que a concepção abre aos modos operatórios futuros, e fornecer um prognóstico quanto às diferentes formas de custo que estes podem comportar (Daniellou, 2007).

Essa flexibilidade permitirá, por um lado, melhor considerar a diversidade e a variabilidade das situações e dos operadores. E, por outro lado, possibilitará que os trabalhadores envolvidos possam alternar os modos operatórios, evitando assim solicitar constantemente as mesmas funções do organismo. Pode ser igualmente desejável que a concepção torne impossíveis certos modos operatórios por causa dos riscos que apresentariam. (Daniellou, 2007, p. 304)

Ao apresentar o conceito de "atividade futura", Daniellou contradiz a lógica de que a concepção deveria, ou poderia, definir a atividade futura, e introduz a noção de que ela deve condicionar a atividade, no sentido de dar condições para que ela se desenvolva. Mas como relembra o próprio autor (Daniellou, 2004), "essa preocupação não é exclusiva da ergonomia: envolve também todas as disciplinas que se dedicam a produzir conhecimentos sobre a ação humana, e portanto estão face a questão da liberdade" (p. 191). E afirma ainda que "a impossibilidade de prever as condutas humanas não proíbe o esforço de lucidez: a previsão não visa as condutas propriamente ditas, mas visa às margens de manobra, no interior das quais condutas originais poderão emergir" (Daniellou, 2004, p. 191).

7.3.3. AS ETAPAS DO MÉTODO DA ABORDAGEM DA ATIVIDADE FUTURA

De acordo com Guérin et al. (2001), três condições são necessárias para antecipar a atividade futura. A primeira diz respeito à existência de suportes, permitindo prefigurar as futuras instalações, como, por exemplo, “plantas, maquetes em pequena escala, modelos simplificados em escala 1:1, protótipos, material emprestado por fornecedores, cópias de telas de programas, etc.” (p. 184). A segunda condição diz respeito à necessidade de poder confrontar competências diferentes, não podendo portanto, ser somente assunto do responsável pelo projeto e do ergonomista, ou seja, “é necessário recorrer também às competências dos responsáveis e operadores de produção e de manutenção que conheçam bem a situação atual e a sua variabilidade” (Guérin et al., 2001, p. 185). Já a terceira condição necessária para antecipar a atividade futura diz respeito ao modo de antecipação da atividade futura:

não basta reunir pessoas de competências diferentes em torno de uma planta ou de um protótipo do futuro sistema para que elas consigam identificar eventuais problemas.... A contribuição do ergonomista permitirá ao grupo levantar as diferentes situações prováveis, sem se limitar às situações normais de produção. Depois, para cada uma dessas situações, ele proporá simular a atividade futura. (Guérin et al., 2001, p. 185)

Entretanto, é importante ressaltar que tal método propõe etapas consonantes com as diferentes fases da concepção, ou seja, cada uma das suas etapas aplica-se a uma determinada fase da gestão de um projeto de concepção, conforme mostramos no Quadro 7. De acordo com Daniellou e Garrigou (1992), essa coerência com as etapas de planejamento do projeto parece ser uma condição necessária para tornar a Ergonomia aceitável para os projetistas.

Quadro 7 – As fases da concepção e o método da Abordagem da Atividade Futura (reproduzido de Daniellou e Garrigou, 1992, p. 58)

Etapa da Concepção	Etapa do Método da Abordagem da Atividade Futura
Estudos preliminares	Definição dos objetivos
Estudos de base (Decisão de investir)	Análise da situações de referência Diretrizes de projeto (Elaboração de especificações técnicas)
Estudos detalhados	Concepção – Simulações da Atividade Futura
Instalação	Procedimentos de aceitação
Partida ⁶⁸	Análise da Atividade
Operação estável	<i>Feedback</i>

⁶⁸ No original, “start-up”.

- *Análise dos Locais de Referência*

Dado que o ergonomista não pode, ainda em fase de concepção, observar e analisar a atividade, visto que ela ainda não existe, o ergonomista vai fazer uso de situações existentes que possam lhe ajudar a simular a atividade futura. Por isso, a primeira etapa do método da AAF envolve a análise dos locais, ou das situações de referência. Para Daniellou (2007), “as situações de referência são unidades de produção já existentes que apresentem características próximas às da futura unidade de produção” (p. 310).

O objetivo da análise de uma situação de referência é permitir “esclarecer os objetivos e condições da atividade futura” (Daniellou, 2007, p. 308). Para Béguin (2007b) trata-se de analisar situações existentes (aquelas que vão ser transformadas ou outras podendo nos dar informações úteis) e que são “referências” pois podem informar aos projetistas como será a situação futura. De acordo com Eklund (1990 citado por Daniellou e Garrigou, 1992), a intervenção da Ergonomia nos processos de concepção implica uma análise precisa de realidades prévias, orientada de forma a auxiliar as decisões dos projetistas. Conceição (2011) afirma que a integração de princípios ergonômicos derivados da análise de situações existentes permite incorporar a dimensão do trabalho desde o início do processo de concepção.

Essas situações existentes nas quais o ergonomista procura desenvolver a sua análise podem variar em função das necessidades específicas de cada projeto e da disponibilidade de acesso às mesmas. Alguns exemplos de situações de referência são mostrados no Quadro 8.

Quadro 8 – Exemplos de situações de referência (adaptado de Daniellou, 2007; Daniellou e Garrigou, 1992; Garrigou et al., 1995).

Locais a serem modernizados	Geralmente possuem situações em que as funções que deverão ser asseguradas pelo futuro sistema são atualmente realizadas sob uma outra forma. Por exemplo, antes da automatização ou da informatização de certas tarefas, haverá interesse pela realização das mesmas de maneira mais “manual”. Está baseada no facto de que, embora a tecnologia mude, o local a ser modernizado é uma ótima fonte de informações no que concerne a variabilidade das matérias- primas ou produtos, incidentes, etc. Por isso, essas situações de referência permitirão, em especial, detetar fontes de diversidade e variabilidade que poderiam ser subestimadas no processo de concepção.
------------------------------------	--

Quadro 8 – Exemplos de situações de referência (adaptado de Daniellou, 2007; Daniellou e Garrigou, 1992; Garrigou et al., 1995) (continuação).

Locais que possuem características semelhantes às futuras instalações tanto do ponto de vista tecnológico quanto organizacional	Algumas situações existentes comportam características técnicas ou organizacionais semelhantes ao futuro sistema. Não existe, em geral, um sistema estritamente idêntico, mas uma parte das soluções pode ser adotada noutro lugar. Além disso, a maioria dos novos sistemas são desenvolvidos a partir de sistemas que já existem ou representam uma configuração original de diferentes subsistemas existentes. A análise dessas situações permitirá detetar as fontes de variabilidade ligadas em especial à tecnologia (como, por exemplo: regulagens, disfunções, panes...) ou as formas organizacionais adotadas (como, por exemplo: dificuldade de comunicação entre funções).
Locais em mesmo contexto geográfico ou antropológico	Em certos casos, pode ser igualmente necessário procurar situações de referência correspondentes ao contexto geográfico, ou antropológico, do local onde o projeto será implantado. Essa necessidade é evidente no caso de uma transferência de tecnologia entre continentes, mas pode igualmente surgir, por exemplo, no caso de uma transferência entre uma grande empresa e uma pequena, ou no caso de uma mudança para uma região muito diferente.

Para Maline (1994 citado por Béguin, 2007b, p. 322) o desafio é saber qual questão se deseja responder, e em qual situação encontrar elementos de resposta. Obviamente, a utilização dessas situações de referência diversas, também diferem em relação à forma que a análise pode assumir. Daniellou (2007) cita que “em certos casos, serão simples visitas, noutros, incluirão um trabalho com entrevistas e documentos, e por fim em alguns será possível realizar verdadeiras análises da atividade” (p. 309).

É preciso ainda ter em mente que apesar dessas situações serem designadas pelo nome de situações de referência, isso não significa que elas constituem um modelo do que se pretende atingir (Daniellou, 2007). Elas somente permitem esclarecer e refletir sobre os objetivos e as condições necessárias para o desenvolvimento da atividade futura.

- *O Recenseamento das Situações de Ação Características*

Numa dada situação de referência, a primeira questão que o ergonomista se depara é entender o que, na situação existente, pode vir a aparecer na atividade futura, e logo, constitui uma fonte de informação pertinente. Como cita Béguin (2007b),

os elementos resultantes da análise nas situações de referência não podem ser transpostos tais quais à situação futura. Certos elementos são pertinentes, enquanto outros serão modificados pelo ato de concepção. O ergonomista deve, portanto, isolar os elementos que ele considera que estarão presentes na situação futura. (p. 322)

Para definir esses elementos, Daniellou (2004, 2007, 1992 citado por Béguin, 2007b) desenvolve o conceito de “situações de ação características⁶⁹”. Para o autor as “situações de ação características”, ou SACs, são um conjunto de determinantes, cuja presença simultânea condicionará a estrutura da atividade. Esses determinantes podem demonstrar situações invariantes que poderão permanecer nas futuras instalações (Jackson, 1999), realizadas em operações normais, mas também situações ligadas a incidentes, arranques, ajustamentos, limpeza, descarte de resíduos, etc. (Garrigou et al., 1995), ou seja, formas de variabilidade existentes na situação de referência (Daniellou, 2007). Para Daniellou (2007), essas situações envolvem, por exemplo,

situações normais de funcionamento, instalação, provisionamento, regulação, limpeza, manutenção, mudança de ferramenta ou de produção; situações de variabilidade inevitável da produção (p. ex., diversidade de tamanhos dos animais num abatedouro, produto sensível ao calor...); [e] situações de variabilidade incidental (ruptura de uma ferramenta, desregulação de um autômato, corte de energia...). (p. 309)

Daniellou (2007) propõe que seja feito um recenseamento dessas “situações de ação características”, de forma a determinar quais fontes de variabilidade observadas nessas situações são capazes de aparecer no futuro sistema. De acordo com o autor, tal recenseamento é “a ferramenta essencial do ergonomista na medida em que permite estabelecer uma ponte entre as atividades efetivamente analisadas e a atividade futura” (Daniellou, 2007, p. 309).

Após esse recenseamento e a transposição para a situação futura, o ergonomista estará portanto munido de uma lista de situações de ação características futuras prováveis (Daniellou, 2007). Mas ainda é preciso levar em conta que

a formalização dessas classes de situações demanda escolhas numerosas por parte do ergonomista. Por um lado, é impossível realizar um recenseamento exaustivo, em particular nos projetos grandes. Por outro, as situações escolhidas podem ser especificadas em maior ou menor grau... eventualmente será necessário, conforme as etapas do projeto, recorrer a graus variáveis de especificação. (Daniellou, 2007, p. 309)

⁶⁹ Ou conforme algumas traduções, “situações de ação típicas”, do termo anglo-saxônico “*typical action situations*”.

- *O Uso das Situações de Ação Características*

Após ter feito o recenseamento das situações de ação características nos locais de referência, o ergonomista deve fazer uso dessas situações para construir os “cenários possíveis da atividade futura” (Béguin, 2007b). De acordo com Daniellou (2007) o recenseamento das situações de ação características deve ser utilizado em todas as etapas do processo de concepção. No Quadro 9 citamos possíveis usos em diversas dessas etapas.

Quadro 9 – O uso do recenseamento das situações de ação características (adaptado de Daniellou, 2007, p. 309).

Fase do Projeto	Uso do recenseamento das SACs
Definição dos objetivos	Na fase da definição dos objetivos do projeto, ou de programação (arquitetural) e definição de memoriais descritivos, as SACs permitem ao empreendedor e ao coordenador de projeto avaliarem melhor as consequências de certas escolhas estratégicas.
Estudos preliminares	As SACs desempenham um papel essencial na redação das “referências para a concepção” que o ergonomista pode enviar ao coordenador de projeto na fase de estudos preliminares.
Propostas de soluções	Quando o coordenador de projeto ou os possíveis fornecedores fazem as primeiras propostas de soluções, a lista de SACs permite comparar as ofertas dos concorrentes, assim como atentar para aquilo que está fora das situações normais de funcionamento.
Estudos de detalhe	Durante os estudos de detalhe, ou de anteprojeto sumário e anteprojeto definitivo, as SACs servem para construir os roteiros de simulação.
Entrega do projeto e testes	Na entrega do empreendimento ou dos testes, o recenseamento das SACs permite fazer simulações em tamanho natural no sistema em fase de construção.
Validação do projeto	O recenseamento das SACs poderá ser utilizado para a validação do projeto após a partida, assim como na análise da atividade real permitindo analisar o valor preditivo da metodologia, as situações que tinham sido corretamente antecipadas e as que não tinham sido identificadas.

Para além disso, Daniellou (2007) nota que esse recenseamento contribui para o desenvolvimento do conhecimento do ergonomista, ou ainda da “biblioteca de situações” da qual dispõe o ergonomista, e aumenta suas possibilidades de dar uma opinião abalizada em casos similares.

Entretanto, a análise das situações de referência não indicam, por si mesmas, como será a atividade na situação futura, mas visam projetar certas dimensões das situações futuras para

orientar as explorações dos projetistas (Béguin, 2007b). Mas para isso, o ergonomista deve construir diretrizes, requisitos e critérios para o projeto.

- *A Formação do Quadro Futuro*

Seguidamente à análise das situações de referência e ainda na fase dos estudos preliminares⁷⁰, o ergonomista inicia a formação do quadro futuro, no qual elabora as referências para a conceção, fornecendo diretrizes de projeto⁷¹ (Daniellou e Garrigou, 1992). Nesse momento, o ergonomista situa-se “na divisa entre o existente e o futuro” (Daniellou, 2007, p. 310). Essas referências para a conceção

designam a formalização que o ergonomista faz de suas constatações naquilo que analisou nas situações de referência, para transmiti-las ao empreendedor e – se esta as avalia – ao coordenador do projeto, antes da redação dos memoriais descritivos para a consulta aos fornecedores. (Daniellou, 2007, p. 310)

As referências para a conceção podem estar relacionadas com diversos campos ou áreas, como citam, por exemplo, Daniellou e Garrigou (1992): edifícios e ambiente físico de trabalho, máquinas e equipamentos, programas de *software*, organização do trabalho e treinamento/formação. Essas referências podem ser de três tipos: referências descritivas, referências prescritivas, referências de procedimento (Daniellou, 2007; Daniellou e Garrigou, 1992).

As referências descritivas não apresentam soluções técnicas, tendo somente como objetivo chamar a atenção dos projetistas para os elementos de variabilidade industrial, ou dos componentes técnicos, e as diferentes SACs que os operadores possivelmente irão vivenciar na atividade futura (Daniellou e Garrigou, 1992). Já as referências prescritivas fornecem normas ergonómicas, nos casos onde isso é permitido pelo estado da arte, como por exemplo, a ambiente físico, os dimensionamentos, etc. (Daniellou e Garrigou, 1992).

O terceiro tipo de referência para a conceção que o ergonomista pode fornecer aos projetistas são as referências de procedimento. Para Daniellou e Garrigou (1992), essas referências são essenciais, pois a contribuição da Ergonomia para o processo de conceção não pode ser limitada às recomendações iniciais que o ergonomista faz aos projetistas:

⁷⁰ No original, “*basic studies*”.

⁷¹ No original, “*design guidelines*”.

é necessário promover uma cooperação que deve ser sustentada durante os estudos detalhados. O objetivo das referências de procedimento nas diretrizes de projeto é definir as regras para esta cooperação: determinação das fases-chaves do projeto, disponibilização das descrições técnicas das futuras instalações (desenhos, modelos, etc.) antes que as decisões finais tenham sido tomadas pelos projetistas nas diferentes fases.... Esses meios são necessários para sustentar a Abordagem da Atividade Futura durante os estudos detalhados. (Daniellou e Garrigou, 1992, p. 59)

- *A Previsão da Atividade Futura*

Na etapa de previsão da atividade futura, o ergonomista faz uso de diversas ferramentas para avaliar como as atividades futuras se desenvolveriam nas soluções propostas. Daniellou (2007) cita que “quando propostas de soluções começam a ser elaboradas pelos projetistas, o ergonomista pode implementar simulações para avaliar as possíveis formas de atividade futura” (p. 311). Mas ao entendermos a atividade como uma “acoplagem” entre a tarefa e o sujeito (Leplat citado por Béguin, 2007b), o objetivo do ergonomista não é simular o funcionamento do artefacto, mas por em prática a dinâmica dessa “acoplagem”.

Uma primeira estratégia, citada por Béguin (2007b) e por Daniellou (2007) é a “experimentação ergonômica”. Tal experimentação consiste em materializar certos elementos da tarefa, sob a forma de maquete ou protótipo, por exemplo, e a pedir ao operador que ponha em prática uma atividade que será analisada pelo ergonomista. Ou seja, “os sujeitos efetivamente realizam roteiros durante os quais é possível analisar a atividade que desenvolvem, identificar as dificuldades encontradas, avaliar o resultado do desempenho e os custos resultantes” (Daniellou, 2007, p. 311). Para Béguin (2007b) a característica dessa estratégia é que a acoplagem se realiza concretamente. Na opinião de Maline (1994 citado por Béguin, 2007b, p. 323), pode-se julgar que esse procedimento é muito tardio para ser realmente útil para a concepção, visto que uma versão do dispositivo é necessária, mas pode-se muito bem pô-la em prática, enquanto o dispositivo não está ainda inteiramente concebido, utilizando, por exemplo, maquetes de papel, ou ferramentas de prototipagem.

Uma segunda estratégia se baseia nas chamadas “simulações languageiras” (Daniellou, 2007; Nicolas, 2000 citado por Béguin, 2007b, p. 323), nas quais a atividade é dita em vez de realizada, ou seja, os modos operatórios são reconstituídos sob a forma de narrativas. “Essas simulações são úteis quando o futuro sistema está prefigurado apenas por desenhos, ou por uma maquete em escala reduzida” (Daniellou, 2007, p. 311). Béguin (2007b) sugere que os roteiros dessas simulações sejam definidos como “uma descrição languageira que ajuda a produzir e manter uma

visão do uso futuro do sistema durante sua concepção e implementação, e as simulações devem ser concretas, centradas no trabalho e validadas pelos usuários” (p. 323).

Uma terceira estratégia para simular a atividade futura reside na modelização da atividade pelo ergonomista (Béguin, 2007b), o que não ocorre em nenhuma das duas formas anteriores de simulação anteriores, nas quais ela é ou “realizada” pelo operador, ou descrita oralmente pelos atores que se imaginam na situação. Bronckart (1987 citado por Béguin, 2007b, p. 323) define tal estratégia como “simulação cognitiva”, aponta que essa tem sido muito utilizada na Psicologia e na Inteligência Artificial, e destaca que nela, o pesquisador substitui o usuário por seu “modelo”.

Segundo Daniellou (2007) a realização dessas simulações depende da “natureza dos suportes disponíveis para prefigurar o futuro sistema”. Para Béguin (2007b) e Daniellou (2007), independente da forma que assume a simulação, diversas são as condições que irão permitir a sua realização. Para além do futuro sistema estar prefigurado por uma variedade de suportes materiais (desenhos e esquemas que utilizam o grafismo técnico, maquetes físicas ou virtuais, protótipos ou simuladores em escala real), que por sua vez possuem propriedades diferentes (Maline, 1994 citado por Béguin, 2007a, p. 322), é preciso que sejam estabelecidas as condições de aceitabilidade social da simulação, e escolhidos os participantes para representar as competências pertinentes, podendo nesse caso, reunir membros de diferentes categorias profissionais envolvidas (produção, manutenção, etc.).

O primeiro resultado das simulações é um prognóstico relativo ao trabalho futuro e, por isso, as seguintes questões devem ser de certa forma “respondidas” ao longo da simulação:

quais modos operatórios o sistema previsto permite implementar nas diferentes situações de ação características? Esses modos operatórios são compatíveis com os critérios de saúde e eficácia? Dificuldades são previsíveis no tratamento de certas situações? O operador será exposto a riscos em certos momentos? (Daniellou, 2007, p. 312)

Ao responder tais questões, o ergonomista “pode verificar constatações negativas que podem ser corrigidas imediatamente através de modificações simples, enquanto outras requerem uma retomada dos estudos” (Daniellou, 2007, p. 312). Ainda segundo o autor, para outras ainda pode ser necessária uma negociação entre as partes sociais, pois as opiniões sobre o caráter aceitável da solução são opostas. E ainda, após a modificação dos planos, uma nova simulação poderá ocorrer, até a decisão de realização da solução (Daniellou, 2007).

É importante ainda ressaltar que a participação na concepção do sistema não é a única contribuição que as simulações trazem. Para Béguin (1998 citado por Daniellou, 2007) “elas desempenham um papel importante na formação dos operadores que delas participam, uma vez que servem como ‘suporte reflexivo’, permitindo aos operadores que apreciem as vantagens da nova solução em relação aos inconvenientes que toda mudança comporta” (p. 312). Para Nahon e Arnaud (1999 citado por Daniellou, 2007, p. 312) e Coutarel et al. (2002 citado por Daniellou, 2007, p. 312) isso é particularmente verdadeiro nas simulações em tamanho natural, que permitem aos operadores “provar a solução”, no duplo sentido de colocá-la à prova e de experimentá-la. As simulações são úteis ainda para que os participantes “abandonem a crença bloqueadora de que de qualquer modo, não dá para fazer de outro jeito” (Daniellou, 2007, p. 312). Para Béguin e Weill-Fassina (1997 citado por Daniellou, 2007, p. 312) servem igualmente de “vetor de troca ente os atores”, em particular por permitir que cada um se dê conta dos constrangimentos dos outros. Como conclui Daniellou (2007), contribuem assim a “introduzir uma reflexão multilógica sobre o sistema a conceber” (p. 312).

- *A Execução do Projeto e a Partida*

Quando a escolha da solução foi feita e as decisões de realização já foram tomadas, ocorre a obra ou a execução do projeto. De acordo com Daniellou (2007), “a hipótese segundo a qual o processo de execução realizaria exatamente o que está nos planos é relativamente exata no campo da mecânica, e inteiramente falsa no da engenharia civil” (p. 313). A falácia de tal hipótese é também mostrada por Duarte et al. (2008), ao analisarem processos de concepção arquitetônica.

De facto, as dificuldades encontradas durante a execução levam frequentemente a modificações decididas em tempo real e que podem ter consequências importantes sobre a atividade futura (Daniellou, 2007). Para o autor, “o ergonomista deve então trabalhar com o empreendedor e com o coordenador de projeto para que a obra seja controlada, e que as inevitáveis decisões de modificação considerem os futuros usuários” (Daniellou, 2007, p. 313).

Assim como a execução, a partida é também uma fase essencial da intervenção ergonômica. Daniellou (2007) afirma que não importa o cuidado que se tenha tido na concepção, de facto sempre restam alguns “defeitos” por ocasião da partida, e por isso

a partida é uma ocasião para se fazer uma primeira avaliação do projeto e da participação do ergonomista. Certos critérios dessa avaliação terão sido definidos desde o início do

projeto, em concordância com o empreendedor, enquanto certos fenômenos não terão sido previstos e aparecerão unicamente na partida. (p. 313)

Desta forma, a presença do ergonomista nessa fase é importante para se aproveitar a presença dos projetistas para que esses “defeitos” sejam corrigidos rapidamente. Isso também é útil visto que um dos critérios habituais de avaliação dos projetos industriais é o tempo da duração da partida, antes da obtenção da produção nominal.

Trata-se também de uma oportunidade de ajuste, visto que “é provável que dificuldades cognitivas ou erros encontrados no momento da partida se produzirão novamente numa situação de sobrecarga ou de crise, e devem, portanto, ser identificados e tratados” (Daniellou, 2007, p. 313).

- *A Análise da Atividade Real*

A última etapa do método da AAF, centra-se na análise da atividade real. Daniellou (2007) recomenda que a avaliação efetuada na partida deverá ser retomada alguns meses mais tarde. Isso advém da ideia defendida por Rabardel (2007 citado por Daniellou, 2007, p. 313) de que “a conceção prossegue no uso”, e portanto, novos modos de uso serão provavelmente desenvolvidos pelos usuários (Daniellou, 2007).

Segundo Guérin et al. (2001), trata-se de um momento crucial para avaliar a ação ergonómica e que não pode ser negligenciado, pois é difícil precisar o fim de uma ação ergonómica, pois

ela se inscreve na história da empresa, e os compromissos realizados em seu decorrer podem ser questionados, as decisões de implantação do que foi preconizado podem então ser adiadas ou rejeitadas, e certas evoluções podem dar lugar a longas negociações dos quais o resultado é incerto. (p. 187)

Além disso, uma análise retrospectiva da ação ergonómica pode também ser essencial, pois permite avaliar, do ponto de vista da empresa, o que a ação lhe “deu como retorno” ou o que “custou”, e do ponto de vista do ergonomista, a sua capacidade de capitalizar, de acumular a ação em suas práticas (Guérin et al., 2001).

Breve Síntese do Capítulo

No presente capítulo, descrevemos como se desenvolveu o quadro teórico-metodológico da Ergonomia de Conceção, uma ramificação da Ergonomia desenvolvida com foco central na participação dos ergonomistas nos projetos de conceção das bases técnicas da produção, que

permitiu que os ergonomistas passassem de uma posição de descritor ou denunciador das condições de trabalho para um papel de ator do processo de concepção. Descrevemos os objetivos das ações em Ergonomia de Concepção, citamos exemplos publicados na literatura e ressaltamos a importância de sua dupla construção. Além disso, apontamos que, ao se interessar pela concepção dos artefactos e tentar participar de seus processos, o ergonomista se deparou com o Paradoxo da Ergonomia de Concepção. Para lidar com esse paradoxo, desenvolveu métodos específicos de suporte à concepção. Finalizamos o capítulo descrevendo um desses métodos, denominado Abordagem da Atividade Futura.

Página deixada propositadamente em branco.

PARTE III

Capítulo 8. O *locus* e o foco da investigação: a Empresa e a calandra de 4 rolos

Capítulo 9. Fase 1: A construção das bases da investigação-ação

Capítulo 10. Fase 2: A Análise Ergonómica do Trabalho na situação de referência

Capítulo 11. Fase 3: A conceção do novo equipamento, as demandas e a participação

Página deixada propositadamente em branco.

CAPÍTULO 8. O *LOCUS* E O FOCO DA INVESTIGAÇÃO: A EMPRESA E A CALANDRA DE 4 ROLOS

No presente capítulo temos como objetivo caracterizar a empresa na qual se desenvolveu a etapa de campo da investigação⁷², assim como o artefacto que constituiu o seu foco – uma calandra de 4 rolos⁷³.

Na primeira parte, fazemos uma caracterização geral da Empresa e do grupo corporativo ao qual pertence e apresentamos uma breve reconstituição de sua história. Salientamos o contexto específico de quando iniciamos a investigação, marcado por mudanças no cenário macroeconómico europeu e que vieram a culminar na ampliação de suas instalações. Posteriormente, apresentamos a estrutura organizacional da empresa, seus períodos de laboração, assim como uma breve descrição das etapas do processo produtivo de pneus.

Já numa segunda parte, descrevemos a calandra de 4 rolos e suas partes constituintes. Descrevemos também o processo de calandragem, suas principais etapas, as operações realizadas por seus operadores de produção, manutenção e limpeza, assim como os tipos de produtos fabricados.

Os dados apresentados foram recolhidos a partir de relatórios e documentos fornecidos pela empresa, de sítios da internet, da observação do equipamento e do processo, das verbalizações dos operadores, e de outras fontes disponíveis.

8.1. Caracterização Geral da Empresa

Trata-se de uma grande empresa multinacional produtora de pneus, situada no norte de Portugal, que se dedica à fabricação de pneus ligeiros e comerciais. Possui grande relevância no panorama económico português, figurando entre as maiores 25 empresas do país (Revista EXAME, 2013), sendo a maior no setor de borrachas e plásticos e segunda maior do setor químico. No Quadro 10 apresentamos alguns dados gerais sobre a mesma.

⁷² A partir daqui referida somente como Empresa.

⁷³ Descrevemos as razões que motivaram tal escolha no Capítulo 9.

Quadro 10 – Dados gerais da Empresa⁷⁴

Superfície total	203 210 m ² (2009 ⁷⁵)
Superfície coberta total	102 893 m ² (2009 ⁷⁶)
Faturação Anual	796.389.025 € (2013) ⁷⁷
Número de trabalhadores	1503 ⁷⁸

A Empresa pertence a uma corporação internacional de grande porte, fornecedora da indústria automóvel. Fabrica mais de 6 marcas de pneus da categoria ligeiros e comerciais, que ocupam nichos de mercado distintos e são fornecidos tanto para o denominado mercado de origem⁷⁹ quanto para o mercado de substituição⁸⁰. De toda a produção da fábrica portuguesa, 98% é absorvida pela exportação, mantendo-se a Alemanha como principal país importador dos produtos^{81/82}.

8.2. Constituição Económica

Desde a sua fundação, a Empresa dedica-se a produção de pneus ligeiros e comerciais. Entretanto, passou por grandes transformações ao longo de sua história, que culminaram na sua atual configuração produtiva.

Fundada em 1946 por um empresário português, detinha originalmente somente capital nacional. Durante as três primeiras décadas de sua história manteve um crescimento lento, tendo sua mão de obra constituída localmente. Na década de 1980, viu-se face a um elevado acirramento da concorrência externa. Seu parque fabril era considerado obsoleto, constituído essencialmente por

⁷⁴ A partir de relatórios disponibilizados pela Empresa e consulta a sítios da Internet.

⁷⁵ Segundo dados do *Manual de Segurança, Saúde e Ambiente* da Empresa, de 2010.

⁷⁶ Segundo dados do *Manual de Segurança, Saúde e Ambiente* da Empresa, de 2010.

⁷⁷ Revista EXAME, 2013.

⁷⁸ Segundo dados do *Manual de Segurança, Saúde e Ambiente* da Empresa, de 2010.

⁷⁹ Segundo dados do *Manual de Segurança, Saúde e Ambiente* da Empresa (2010), o fornecimento para o mercado de origem corresponde a 42% do volume de vendas, tendo como principais clientes: GM/Opel, Renault, Fiat, Volkswagen, Ford, Peugeot, Skoda, Daimler Chrysler, BMW, Mercedes e Autoeuropa.

⁸⁰ Os pneus de origem são aqueles fornecidos às montadoras de automóveis e os pneus de substituição são aqueles fornecidos ao mercado de venda de pneus avulsos.

⁸¹ A Alemanha absorve 25% da produção total da unidade, seguido da Espanha (13%), Benelux (10%), Áustria (8%), e outros países com menos de 8% de absorção dos produtos. O mercado interno português corresponde a somente 3% das vendas da Empresa.

⁸² Segundo dados do *Manual de Segurança, Saúde e Ambiente* da Empresa, de 2010.

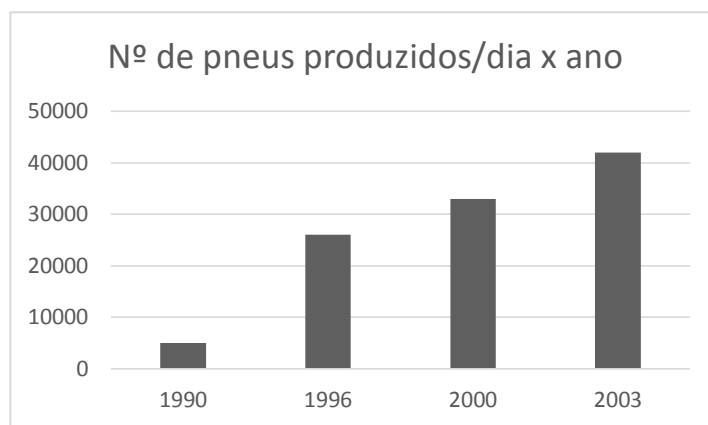
equipamentos e métodos de fabricação que não acompanhavam a evolução tecnológica já incorporada por indústrias semelhantes localizadas em outros países.

Como solução para sobreviver à concorrência externa, em 1990, a Empresa portuguesa se fundiu a um grupo alemão do mesmo ramo, formando uma *joint venture*, na qual o grupo alemão passou a deter 60% do capital da nova Empresa, enquanto os outros 40% permaneceram capital português. Para a formação da *joint venture*, o estado português investiu capital, e em contrapartida, o grupo alemão se responsabilizou por instalar novos equipamentos e tecnologias que tornassem a unidade competitiva em relação às concorrentes do parque industrial europeu. O investimento realizado pelo grupo alemão na ocasião foi de cerca de 144-148 milhões de euros, e constituiu um dos maiores investimentos estrangeiros em Portugal na época. Em 1993, após três anos da formação da *joint venture*, o grupo alemão adquiriu o restante das ações da Empresa, e passou a deter a totalidade do seu capital.

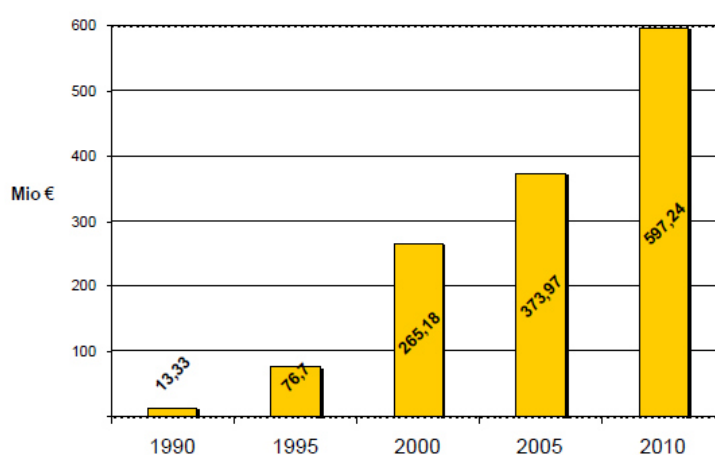
Desde a entrada do grupo alemão no início dos anos 1990, a Empresa passou por um extenso programa de reestruturação, seguindo uma política de maior exigência de volume e qualidade da produção. Constantes investimentos e projetos de expansão possibilitaram um aumento da produção num nível de grandeza. A produção de 5.000 pneus/dia em 1990, quintuplicou em apenas seis anos, passando para 26.000 pneus/dia em 1996. Como citado num documento da Empresa⁸³, tal aumento é atribuído a uma simultânea “racionalização da produção, além da criação de novas estruturas da organização e promoção de ações formativas a todo o pessoal”.

Desde 1996, outros projetos de expansão da fábrica permitiram um aumento constante no volume de produção: entre 1996 e 2000, investimentos da ordem de 18 milhões de escudos portugueses, permitiram passar, conforme mostramos na Figura 6(a), de 26.000 pneus/dia para 33.000 pneus/dia; e entre 2000 e 2003, passou-se de 33.000 pneus/dia para 42.000 pneus/dia. Isso representou um aumento expressivo no faturamento da empresa, conforme mostramos na Figura 6(b).

⁸³ *Manual de Segurança, Saúde e Ambiente* da Empresa, de 2010



(a) Aumento anual do número de pneus produzidos/dia.



(b) Vendas em Euros (reproduzido do relatório da Empresa A Educação em Portugal, 2011).

Figura 6 – Indicadores gerais do aumento número pneus produzidos/dia e faturamento.

8.3. As Mudanças Macroeconómicas e a Ampliação da Unidade Portuguesa

No final da primeira década dos anos 2000, mudanças macroeconómicas mundiais afetaram a economia europeia. Num cenário de retração e queda contínua do mercado de pneus, o grupo alemão reformula a sua estratégia de mercado, de forma a manter-se competitivo⁸⁴.

Para lidar com tal situação, o grupo afirma ter recorrido aos outros instrumentos, tais como “flexibilidade da produção, redução de excedentes nas contas de horas de trabalho,

⁸⁴ Segundo o *Comunicado à Imprensa* apresentado pela Empresa em 2009, o grupo possuía nessa ocasião, um excesso de capacidade de produção de cerca de 15 milhões de pneus/ano para veículos ligeiros e 1,7 milhões de pneus/ano para veículos médios e pesados, devido a uma redução significativa da procura de equipamentos de origem, assim como a uma queda do mercado de substituição.

prolongamento dos períodos de férias, limitação dos contratos temporários de trabalho e redução das horas de trabalho, mas que entretanto, não foram suficientes para manter a competitividade do mesmo”⁸⁵.

A partir disso, decidiu reduzir a produção de algumas unidades produtivas e descontinuar a produção de duas das suas fábricas: uma localizada na Alemanha e outra em França. Tratavam-se estas das fábricas com os mais elevados custos de produção, sendo a unidade francesa a de maior custo de produção em toda a Europa. O encerramento da fábrica francesa diminuiria a capacidade produtiva ociosa do grupo, reduzindo a produção de 8 milhões de pneus anuais, e implicaria a demissão de mais de 1.000 trabalhadores diretos.

Nesse contexto de fechamento da unidade francesa, a corporação opta por deslocar parte de seus bens imobilizados para outras unidades do grupo, fazendo com que estas pudessem absorver parte da capacidade produtiva perdida. A unidade fabril portuguesa seria uma dessas.

Assim, em 2009, o grupo realizou investimentos voltados para a ampliação da área construída da unidade portuguesa e a instalação de dois equipamentos de grande porte, trazidos da fábrica francesa⁸⁶. Os investimentos para a ampliação da unidade e a instalação dos equipamentos giraram em torno de 20 milhões de euros.

Foi nesse contexto de ampliação da unidade industrial portuguesa, iniciado no ano de 2009, com a instalação desses equipamentos industriais, que a nossa investigação se inseriu.

8.4. Organização Geral da Empresa

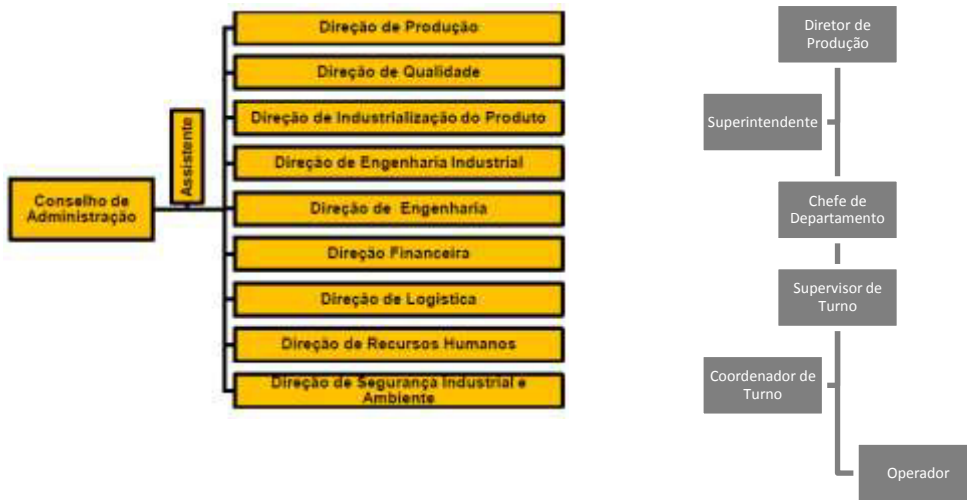
8.4.1. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

O Conselho Administrativo da Empresa reporta-se diretamente à sede, localizada na Alemanha. Para além do Presidente do Conselho, é formado por mais três pessoas, ligadas à área industrial, recursos humanos e financeira. Abaixo desse Conselho, encontram-se oito Direções, conforme mostramos na Figura 7(a).

⁸⁵ Segundo o *Comunicado à Imprensa* apresentado pela Empresa em 2009.

⁸⁶ Como tratam-se ambos de equipamentos de grande porte, estava prevista uma ampliação da área construída da Empresa de cerca de 3.000 m².

Dentro de cada uma das direções, a divisão e organização das equipas variam entre si. Entretanto, a Direção de Produção divide-se entre cinco Departamentos de Produção⁸⁷, e organiza-se hierarquicamente em Chefes de Departamento, em seguida Supervisores e os Coordenadores, conforme apresentado na Figura 7(b).



(a) Conselho de Administração e Direções (reproduzido de Carvalho, 2015)

(b) Organigrama da Direção de Produção.

Figura 7 – Estrutura Organizacional da Empresa.

8.4.2. PERÍODOS DE LABORAÇÃO

A Empresa possui três períodos de laboração distintos. O Horário Geral é cumprido por aqueles que trabalham principalmente nas funções administrativas e engloba cinco dias por semana (de 2ª a 6ª feira, das 08h00 às 16h30), perfazendo um total de 39,2 horas/semana trabalhadas. Outros dois horários de laboração são seguidos principalmente por aqueles que estão diretamente ligados à produção – trabalhadores de turno, visto que esta funciona em regime 24/7⁸⁸. Durante a semana, os trabalhadores de turno, dividem-se em três equipas, alocadas a três horários laborais: das 08h00 às 16h00 (Turno A), das 16h00 às 24h00 (Turno B) e das 24h00 às 08h00 (Turno C). Os turnos rodam semanalmente no sentido anti-horário⁸⁹, totalizando 36,7 horas trabalhadas por semana. Já nos fins de semana, os trabalhadores de turno organizam-se em duas equipas, que alternam entre si, nos seguintes horários: de 08h00 às 19h00 de sábado (Turno D), de 19h00 de

⁸⁷ Divididos conforme o processo produtivo, conforme explicitamos a seguir.

⁸⁸ 24 horas/dia, 7 dias/semana.

⁸⁹ Ou seja, a cada semana trabalha-se no horário de um dos três turnos, e uma equipa que numa semana labora no horário das 16h00 às 24h00, na semana seguinte labora no horário das 08h00 às 16h00, e assim sucessivamente.

sábado às 06h00 de domingo (Turno E), de 06h00 às 14h00 de domingo (Turno D), de 14h00 às 24h00 de domingo (Turno E), e de 24h00 de domingo às 08h00 de segunda-feira (Turno D). A alternância nesses horários é feita a cada semana, totalizando ou 27 horas/semana trabalhadas ou 21 horas/semana trabalhadas.

8.4.3. PROCESSO PRODUTIVO E DEPARTAMENTOS

O processo de produção de pneus é composto por cinco grandes fases, que se organizam sequencialmente, possuindo cada uma, diversos subprocessos. Ao longo das fases, as matérias-primas são misturadas, transformadas, agregadas, moldadas, até dar origem ao pneu na sua forma final, pronto para ser comercializado.

Na Empresa, a organização das fases de produção coincide com a divisão dos departamentos, formada, portanto, por cinco Departamentos de Produção. A seguir apresentamos de forma esquemática o processo produtivo da fabricação de pneus (Figura 8) e descrevemos brevemente cada uma de suas etapas.

- *Misturação (Departamento de Produção I)*

O processo produtivo do pneu inicia-se na Misturação/DP I, com a preparação dos compostos de borracha. As matérias-primas e diversos outros componentes – borrachas naturais, borrachas sintéticas, negro de fumo, óleos, sílica, pigmentos, enxofre, etc., são colocadas em misturadores⁹⁰, e dão origem a compostos homogêneos e com determinadas características, definidas de acordo com a parte em que é empregada no pneu. Após a mistura, os compostos de borracha são novamente aquecidos, homogeneizados e filtrados em moinhos⁹¹, a fim de obter-se uma maior qualidade.

Os compostos de borracha preparados são conformados em “folhas” ou “lençóis” e dispostos em mesas ou carrinhos, onde irão repousar por duas horas antes de serem enviados para serem utilizados em próximas etapas do processo.

⁹⁰ Denominados Misturadores *Banbury*.

⁹¹ Denominados Moinhos *Strainer*.

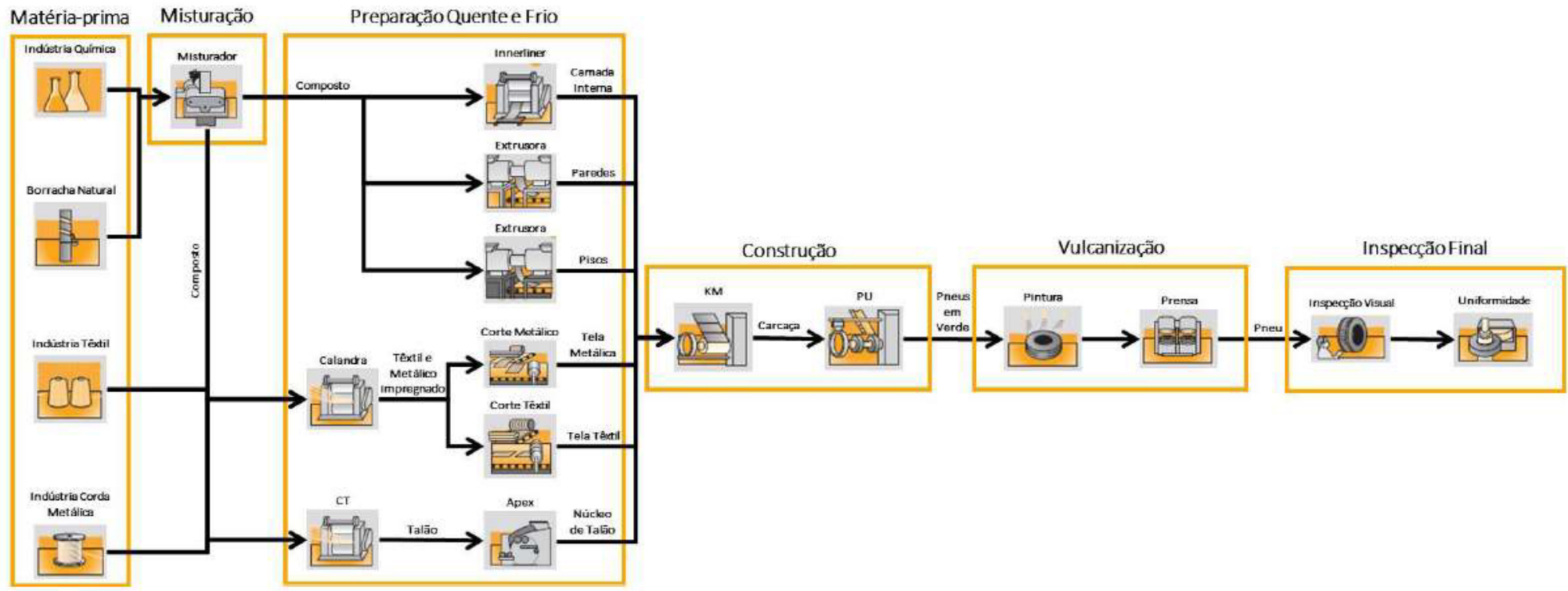


Figura 8 – Processo produtivo da fabricação de pneus (reproduzido de Carvalho, 2015).

- *Preparação de Materiais (Departamento de Produção II)*

Na Preparação de Materiais/DP II são produzidas as diversas partes que compõem o pneu, como, por exemplo, as cintas estabilizadoras, as telas de corpo, o forro interior e os talões, como ilustra a Figura 9. Na preparação dos materiais utiliza-se como matérias-primas os compostos de borracha provenientes da Misturação, assim como outras matérias-primas, como tecidos e cordas metálicas.

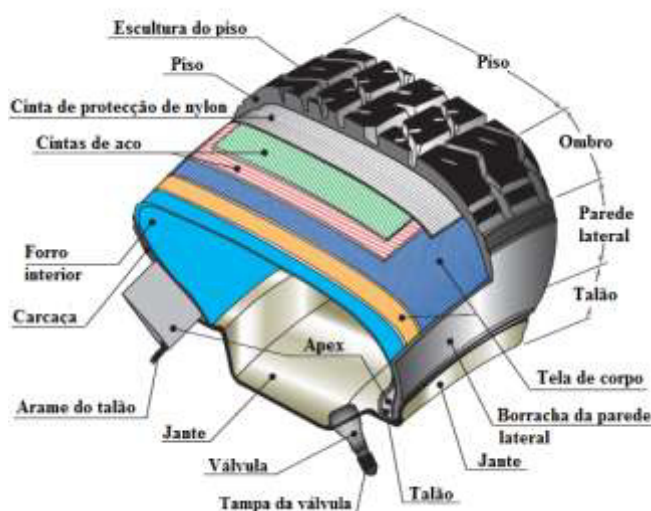


Figura 9 – Partes componentes de um pneu (reproduzido de Caetano, 2014).

Os materiais componentes dos pneus são produzidos e preparados em equipamentos diversos, como extrusoras, calandras e máquinas de corte. Trata-se do departamento com maior variedade de máquinas, que totalizam onze tipos. Por possuir muitos equipamentos sob sua responsabilidade, o DP II se subdivide em dois setores: Quente, responsável pelas extrusoras; e Frio, responsável pela calandra de 4 rolos e pelas máquinas de corte.

Após a preparação dos diversos materiais constituintes dos pneus, estes são enviados para a etapa de construção dos pneus.

- *Construção dos Pneus (Departamento de Produção III)*

Na terceira etapa da produção do pneu, denominada Construção, e de responsabilidade do DP III, as partes componentes do pneu são reunidas e montadas, dando origem ao “pneu em cru” ou “pneu em verde”.

A Construção é feita em duas fases: na primeira delas, constrói-se a carcaça do pneu, com a montagem da camada de borracha, da tela têxtil e dos talões, juntamente das cunhas e paredes laterais⁹², e na segunda, a carcaça é expandida no sentido radial do pneu, juntando-se as cintas metálicas e o piso à carcaça⁹³.

Após a expansão da carcaça, o pneu em cru segue para a próxima etapa do processo produtivo, denominada Vulcanização.

- *Vulcanização (Departamento de Produção IV)*

A quarta etapa da fabricação de pneus, sob a responsabilidade do DP IV, envolve a lubrificação e a vulcanização.

A partir da Construção, o pneu em verde é enviado, por meio de transportadores automáticos, até as cabines de lubrificação⁹⁴. Nestas, o pneu recebe uma camada de um produto lubrificante, interna e externamente, que tem como objetivo evitar que o pneu não cole ao molde durante a vulcanização. Após a lubrificação, o pneu é moldado e o composto de borracha vulcanizado, nas prensas de vulcanização. O pneu é colocado nos moldes das prensas e, por meio de compressão e temperatura elevadas, adquire a sua forma e desenhos, além da rigidez estrutural, devido à cozedura da borracha.

A partir dessa etapa, o pneu já vulcanizado é levado à última etapa do processo, na qual será inspecionado.

- *Inspeção Final (Departamento de Produção V)*

Na última etapa do processo produtivo do pneu, a Inspeção Final, responsabilidade do DP V, são feitas as verificações para garantir que todos os requisitos de qualidade do pneu foram atendidos. Nesta fase, retiram-se os restos de borracha que possam estar agarrados no pneu, e cada pneu é inspecionado, manual ou automaticamente, a fim de detetar e corrigir defeitos internos, assim como verificar sua uniformidade e excentricidade.

⁹² Feito nas máquinas *KM – Karcass Machine*.

⁹³ Feito nas máquinas *PU – Pressure Unity*.

⁹⁴ Também denominado pintura.

Em seguida, os pneus são colocados em paletes e transportados por empilhador, até o armazém de produtos acabados, para em seguida serem expedidos ao cliente.

8.5. O Foco da Investigação: a Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

Descrito o processo de produção de pneus de forma geral, nos dedicamos, a partir daqui, a descrever o processo da calandragem e a calandra⁹⁵ de 4 rolos, que constituem o foco da investigação.

8.5.1. VISÃO GERAL DO PROCESSO DE CALANDRAGEM

A calandragem de tecidos têxteis e metálicos é um dos processos constituintes da Preparação de Materiais, estando, portanto, sob a responsabilidade do Departamento II/Frio. Trata-se de um processo de transformação física, no qual se reveste ambas as superfícies de um material, denominado material reforçante, com camadas de composto de borracha. A adesão do composto de borracha no material reforçante é feita ao passar entre 4 rolos do equipamento, através dos quais se aplicam determinados valores de pressão e temperatura. Na última etapa da calandragem, o material é enrolado e enviado para a cura/armazenagem.

Na Figura 10 apresentamos um esquema simplificado do processo da calandragem de tecidos metálicos e têxteis, com a entrada e passagem do material reforçante por diversos rolos e o enrolamento na etapa final do processo.

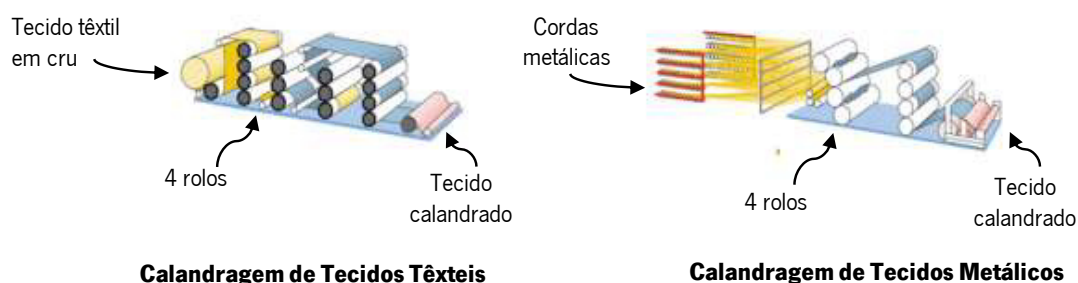


Figura 10 – Esquema simplificado do processo de calandragem (adaptado de Maxxis International UK Ltd., 2016).

⁹⁵ A calandra é uma máquina utilizada com várias finalidades e em vários tipos de manufatura. Dependendo da sua aplicação, pode ter diferentes dimensões e sistemas acessórios. Todas as calandras possuem em comum rolos cilíndricos por onde passa o material em processamento. Na indústria de pneus, considera-se a calandra como um de seus equipamentos mais importantes.

Após a cura/armazenagem, que demora aproximadamente 2 horas, os materiais calandrados seguem para o Corte⁹⁶, onde o material produzido na calandragem é cortado em tiras de diferentes larguras e em diferentes ângulos, de acordo com o tamanho do pneu e com a parte que irá constituir no pneu, para em seguida ser enviado para a Construção.

8.5.2. ORGANIZAÇÃO FORMAL DO TRABALHO DA CALANDRAGEM

O quadro de operadores de produção da calandragem é composto por 25 trabalhadores. Em média, são trabalhadores com mais de 10 anos de antiguidade na Empresa⁹⁷. Somam-se a esses cerca de 4 trabalhadores de empresas subcontratadas, geralmente, com menos tempo de antiguidade⁹⁸. A calandra é operada em 3 turnos diários, 7 dias por semana. Os operadores se dividem em 5 equipas de trabalho (A, B, C, D, E), que seguem o horário de laboração dos trabalhadores de turno.

Cada equipa de trabalho da calandra é composta formalmente por 5 trabalhadores, que possuem tarefas e responsabilidades específicas. Em cada equipa tem-se as seguintes funções: 1º Operador, 2º Operador, Operador do *Wind-up*, Operador do *Let-off* e Operador do *Creel*. O 1º Operador é mais alto na hierarquia da equipa, tendo geralmente o maior tempo de experiência. Seguem-se o 2º Operador, o Operador do *Let-off* e do *Wind-up*. O Operador do *Creel* é o mais baixo hierarquicamente.

Entretanto, a calandra é operada por um total de 6 ou 7 trabalhadores em cada turno. Além dos 5 trabalhadores que constituem originalmente a equipa, soma-se 1 ou 2 operadores de fim de semana que estão a “dar o dia”⁹⁹ assim como os trabalhadores de empresas subcontratadas. Os operadores que estão a “dar o dia” ou os subcontratados são geralmente alocados para auxiliar os outros operadores nas suas tarefas¹⁰⁰.

⁹⁶ Processo subsequente, também de responsabilidade do Departamento II/Frio.

⁹⁷ O trabalhador da calandra de maior antiguidade trabalha na Empresa desde 1979, e fez parte da primeira equipa que operou a calandra de 4 rolos, quando esta foi instalada na unidade.

⁹⁸ Entre 6 meses a 1 ano. Os trabalhadores de empresas subcontratadas são alocados em diversos equipamentos, dependendo da necessidade.

⁹⁹ “Dar o dia”: expressão que indica quando o operador que não é daquele turno, está trabalhando para preencher o número de horas necessárias de laboração semanal para se ter equivalência do número de horas trabalhadas/mês entre os operadores de turnos de semana e de turnos de fim de semana.

¹⁰⁰ Apesar do supervisor ter responsabilidade sobre a formação das equipas e alocação dos operadores de fim de semana nos quadros da semana, o posto ocupado dentro da equipa pelos operadores que estão a “dar o dia” é feita informalmente pelos próprios operadores, em função da necessidade e daquilo que será produzido no turno.

Os operadores recebem um salário fixo, além de prémios de produção, calculados individualmente para cada operador, de acordo com o que foi produzido em cada um dos turnos trabalhados no mês. A remuneração dentro da equipa é diferenciada, variando conforme os níveis hierárquicos ou as funções dentro da equipa: os 1º e 2º Operadores recebem o prémio de produção em sua integralidade, os Operadores do *Let-offe Wind-up* recebem 90% do valor do prémio de produção e os Operadores do *Creel* recebem somente 80% do valor do prémio de produção. Os operadores de empresas subcontratadas não recebem o prémio de produção.

Nos horários de intervalo para refeição, os operadores se organizam no que chamam de “desdobra”. Para isso, trocam-se as posições ou postos de trabalho¹⁰¹, de forma que alguns possam se ausentar da operação da calandra. A organização da “desdobra” é feita pelo 1º ou 2º Operador, que determinam quais operadores irão fazer o intervalo de refeição e em qual horário, sendo que no máximo 2 operadores podem se ausentar de cada vez. Além disso, os 1º e 2º Operadores não fazem a “desdobra” simultaneamente, pois um deles deve estar sempre na operação do equipamento. Quando não é possível organizar a “desdobra” por falta de operadores, ou quando a máquina está parada por avaria ou em manutenção, todos da equipa fazem a pausa de refeição conjuntamente. Um operador cita:

“Quando não tem gente para a desdobra para-se a máquina” (Operador do Creel/Turno E).

Os trabalhadores da calandra estão diretamente subordinados aos supervisores de turno do Departamento II/Frio. Para cada turno há um supervisor responsável, sendo, portanto, 3 nos turnos da semana e 2 nos turnos de fim de semana. As principais tarefas dos supervisores são: fazer a programação da produção, solicitar matérias-primas aos fornecedores, verificar o cumprimento de normas de qualidade e de segurança. Os supervisores de turno também recebem prémios de produção de acordo com o que foi produzido na calandra em seu respetivo turno.

¹⁰¹ Devido a esse facto, algumas das verbalizações que apresentamos no texto não coincidem com a função original dos operadores, tendo sido feita com o operador que estava provisoriamente na função.

8.5.3. PRODUTOS E MATÉRIAS-PRIMAS DA CALANDRAGEM

Os materiais produzidos na calandragem dão origem às lonas que compõem os pneus. Os produtos da calandragem são chamados de tecidos¹⁰², e classificados em dois estilos, de acordo com o tipo de material reforçante utilizado:

- tecidos têxteis, que utilizam tecidos têxteis como material reforçante, compõem as lonas de corpo;
- tecidos metálicos, que utilizam cordas metálicas como material reforçante, compõem as lonas estabilizadoras.

Na Figura 11 apresentamos imagens de tecidos têxteis e metálicos calandrados.

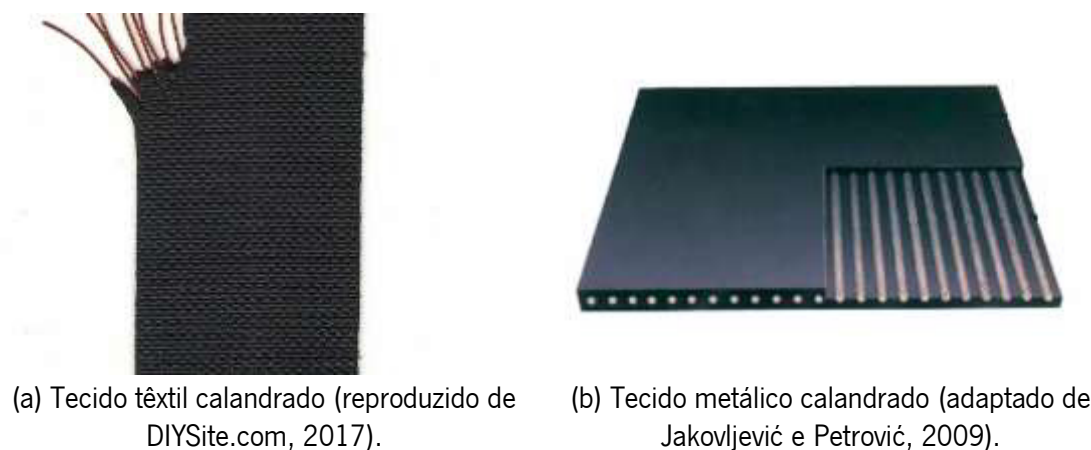


Figura 11 – Tecidos têxteis e metálicos calandrados.

Na calandra de 4 rolos são produzidos 11 produtos diferentes, sendo 3 deles em estilo metálico e 8 em estilo têxtil. Para um mesmo material reforçante, são produzidos tecidos em diferentes larguras e espessuras, podendo alterar também o tipo de composto de borracha utilizado. Todas essas características variam conforme a função que o tecido constituirá no pneu, assim como conforme o tamanho e o tipo de pneu no qual será empregado.

Os 8 tipos de tecidos de estilo têxtil utilizam como matérias-primas tecidos têxteis reforçantes, podendo ser estes rayon¹⁰³, nylon e poliéster. Os tecidos reforçantes são chamados de tecido em

¹⁰² Na indústria de pneus, o produto da calandragem é chamado de tecido, mesmo não sendo a calandragem um processo que tece o material, e somente aplica camadas de borracha sobre um tecido produzido anteriormente ou sobre cordas metálicas.

¹⁰³ O rayon é um tecido têxtil de maior qualidade e custo por ser composto de fibras naturais. É utilizado geralmente nos pneus de origem.

cru, tecido impregnado ou tecido em verde. Eles são fornecidos em rolos, prontos para serem utilizados no processo da calandragem, e são produzidos por uma empresa têxtil pertencente ao mesmo grupo corporativo e situada na mesma região industrial. Na Figura 12 mostramos diferentes tecidos têxteis reforçantes (a), assim como um rolo de tecido têxtil em cru (b).



(a) Diferentes tecidos têxteis reforçantes (reproduzido de Industry Europe, 2017).



(b) Rolo de tecido têxtil reforçante (reproduzido de G.T. Trading Co. Ltd., 2017).

Figura 12 – Tecidos têxteis reforçantes.

Já os 3 produtos de estilo metálico empregam cordas metálicas como matéria-prima. As cordas metálicas são fornecidas¹⁰⁴ enroladas em bobines¹⁰⁵, conforme ilustra a Figura 13, e organizadas em paletes¹⁰⁶.



Figura 13 – Bobines de cordas metálicas grandes e pequenas (reproduzido de China Good Quality Steel Cord, 2015).

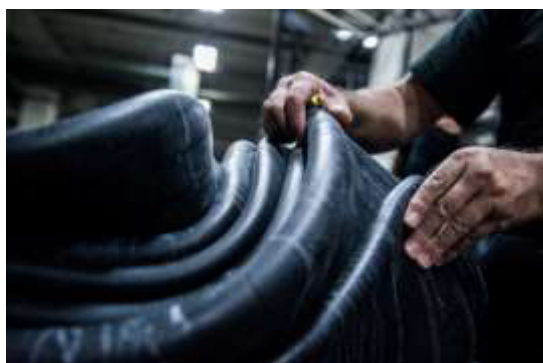
¹⁰⁴ As cordas metálicas são fornecidas por empresas de outros países, tais como a China, Coreia e Espanha.

¹⁰⁵ As cordas metálicas são enroladas em meadas de 2 ou 4 fios, e as bobines possuem diferentes metragens (7.000 m, 16.300 m, e 32.000 m) e pesos (20 kg e 40 kg).

¹⁰⁶ Cada palete é formada por 36 bobines, dispostas em 3 camadas.

Os compostos de borracha que revestem os materiais reforçantes são formados por diferentes componentes misturados¹⁰⁷, e são produzidos na primeira fase do processo produtivo – Misturação, conforme citamos anteriormente. Ocasionalmente, em função de variações de demanda e da disponibilidade de matérias-primas, os compostos de borracha são fornecidos por outras unidades do grupo.

São utilizados 3 tipos de compostos de borracha diferentes, que variam em função do tipo de material reforçante e da aplicação no pneu. Os compostos de borracha são fornecidos em forma de placas (ou lençóis), que são dispostas em mesas ou carrinhos, de forma a serem transportados da zona da Misturação até a região da calandra. A Figura 14 ilustra os compostos de borracha em lençóis.



(a) Detalhe dos lençóis de composto de borracha (reproduzido de Bloomberg, 2017).



(b) Mesa com lençóis de composto de borracha (reproduzido de Carvalho, 2015).

Figura 14 – Compostos de borracha.

No Anexo 1 apresentamos um quadro com o código de todos os produtos fabricados na calandragem, o estilo, espessura, além das principais matérias-primas utilizadas.

Além das matérias-primas principais (materiais reforçantes e dos compostos de borracha), são utilizadas fios têxteis de algodão, como matérias-primas secundárias no processo de calandragem. Esses fios, também chamados de *bleeder cords* ou somente *bleeders*, são aplicados na superfície

¹⁰⁷ Borrachas naturais, borrachas sintéticas, negro de fumo, óleos, sílica, pigmentos, enxofre, etc.

do tecido já calandrado, e possuem duas funções: facilitar o escoamento do ar que tende a permanecer entre os vários elementos constituintes do pneu, nas fases de construção¹⁰⁸ e vulcanização; e realizar o código de marcação do estilo, identificando e facilitando a diferenciação dos produtos da calandra¹⁰⁹. Os *bleeders* são comprados de empresas de fiação, e fornecido enrolados em cones de 1 kg.

Além das matérias-primas principais e secundárias, durante o processo de calandragem são utilizados materiais não-consumíveis, tais como:

- *Liner*: tecido que é enrolado juntamente do material calandrado, na última etapa do processo da calandragem. Tem a função de proteger o tecido calandrado quando este é enrolado, evitando a aderência entre as suas camadas. Os rolos de *liner* possuem metragens que variam entre 400 e 600 m. Na etapa de Corte, o tecido calandrado e o *liners* são desenrolados, sendo o *liner* novamente enrolado e devolvido à Calandragem para ser reutilizado. A movimentação dos rolos de *liner* é feita com empilhadores ou com guinchos elétricos;
- *Liner* ou pano de enfiamento: tecido utilizado durante o *set-up* do equipamento, quando é feita a troca entre estilos de tecido em processamento. Tem a função de auxiliar e facilitar a troca entre estilos, ao manter o passamento do percurso feito pelo material ao longo do equipamento. Também são enrolados após a sua utilização, para serem reutilizados;
- Caneleiras: cilindros metálicos nos quais se enrola o tecido calandrado juntamente do *liner* ou o *liner* de enfiamento.

8.5.4. CARACTERÍSTICAS DO TECIDO CALANDRADO E GARANTIA DA QUALIDADE

Diversas características são fundamentais para garantir a qualidade do material calandrado. O documento *Instrução de Trabalho – Calandragem de tecidos Têxteis e Metálicos*, apresentado no Anexo 2, cita, no item 7.2., as seguintes características a serem verificadas e garantidas nos tecidos calandrados:

- Largura do tecido calandrado, medida em milímetros (mm);

¹⁰⁸ Conforme explicado por um operador:

"o pneu leva 1 ou 2 camadas de tela... se fica um pouco de ar entre as camadas de tela, dá uma bolha de ar e o pneu vai para o lixo" (Operador do Let-off/Turno C).

¹⁰⁹ Os *bleeders* de escoamento de ar são brancos, sendo aplicados em ambas as superfícies do tecido. Já os *bleeders* que servem para identificação do tecido são coloridos (vermelhos, verdes, amarelos), e são aplicados em diferentes combinações a somente uma das superfícies do tecido.

- Espessura total do tecido calandrado (no enrolamento)¹¹⁰, medida em milímetros (mm);
- Peso do tecido calandrado (no enrolamento), medida em gramas por metro quadrado (g/m²);
- Número de cordas por decímetro;
- Identificação do tecido calandrado com *bleeder* colorido.

As características definidas para cada material encontram-se descritas em fichas de *Especificação*, conforme exemplificado na página 11 do Anexo 3, que contém os valores e limites de tolerância para cada um dos parâmetros indicados acima. Ainda no documento *Especificação – Calandragem de tecidos Têxteis e Metálicos*, apresentado no Anexo 3, também estão descritas as seguintes não conformidades do tecido calandrado:

- Má distribuição de cordas;
- Rugas;
- Falta de borracha;
- Extremos com borracha;
- Falta de compressão¹¹¹;
- Etc.

Para além dessas características, é importante que a superfície do tecido calandrado seja uniforme em toda a sua extensão, não apresente bolhas e nem marcas de composto de borracha¹¹². De acordo com os operadores, problemas no tecido têxtil em cru – tramas partidas, tensionamento diferente ao longo da largura, etc., ou das cordas metálicas – sobreposição de cordas, tensionamento de cordas, etc., também podem interferir na uniformidade da superfície do tecido calandrado.

Para além dos problemas oriundos das matérias-primas, a paragem da máquina durante a produção também impacta na qualidade do tecido. A interrupção da calandragem faz com que o tecido que se encontra em contato com os rolos da calandra atinja temperaturas elevadas, o que pode causar a vulcanização do composto ou marcas na superfície do material.

¹¹⁰ Deve ser medido na etapa final do processo, pois o tecido calandrado altera a espessura ao longo do processamento, em função do arrefecimento do composto de borracha.

¹¹¹ Falta de compressão dos rolos, o que impede a correta adesão do composto de borracha no material reforçante.

¹¹² Esses defeitos podem ser oriundos da diferença de temperatura, da vulcanização, da falta de homogeneização ou da presença de sujidades no composto.

Um produto calandrado que não atenda às características de qualidade especificadas não pode ser utilizado na construção dos pneus, devendo ser descartado¹¹³. Um operador ressalta:

"...lixo na borracha, falha de borracha, excesso de borracha... fazem o material ser scrap... as cordas [dos tecidos têxteis] vêm com problemas que nem nós sabemos..." (Operador do Let-off/Turno C).

E acrescenta ainda:

"temos que reduzir o máximo o scrap, pois se está a perder dinheiro" (Operador do Let-off/Turno C).

O controlo da qualidade dos produtos da calandragem é feito num laboratório da Empresa, de responsabilidade da Direção de Qualidade. O controlo é feito tanto para as matérias-primas¹¹⁴, quanto para os produtos finais.

Entretanto, os operadores de produção têm um papel fundamental na garantia da qualidade do material calandrado. Ao longo de todo o processo de calandragem, são responsáveis por avaliar a qualidade do material, assim como por tomar as medidas necessárias para garanti-la¹¹⁵. Segundo o relato de um operador, os principais aspetos a serem verificados são:

"a largura é diferente [para cada material] e tem que ser bem controlada para não dar perda no Corte... o aperto é olhando mesmo... o aspeto do material, se está esmagado, se não tem aperto nas cordas, se não há extremos de borracha" (1º Operador/Turno B).

Ao longo da calandragem, os operadores avaliam o material qualitativamente e realizam várias ações para garantir que o produto esteja conforme o especificado¹¹⁶. Para além das avaliações qualitativas, os operadores devem fazer avaliações quantitativas das características do material calandrado, denominada Auto Controlo, conforme estabelece o documento *Instrução de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico*, apresentado no Anexo 2. Para realizar o Auto Controlo, devem ser removidas amostras do material já calandrado, e feitas medições de espessura e do peso do material. O procedimento determina que o Auto Controlo deve ser feito no final do primeiro

¹¹³ O material descartado é denominado *scrap*.

¹¹⁴ As bobines de cordas metálicas, após recebidas na unidade, são analisadas pelo Laboratório de Aprovação de Matérias-primas antes de serem enviadas para a calandragem, e os compostos de borracha também passam por análises laboratoriais antes de serem liberados para utilização no processo produtivo.

¹¹⁵ O documento *Instrução de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico* (Anexo 2) cita, no item 9, algumas das ações corretivas a serem tomadas caso o material calandrado não se encontre dentro dos valores especificados.

¹¹⁶ Descrevemos melhor essas ações ao longo da descrição das operações realizadas e das estratégias desenvolvidas pelos operadores.

rolo de cada estilo calandrado e no final do penúltimo rolo¹¹⁷. Apesar disso, um 1º Operador afirma que não segue essa instrução, pois o processo é muito instável no início do arranque do estilo e devido ao desgaste dos rolos da calandra:

"não faz assim porque no começo [o processo] é muito instável... [devido ao desgaste dos rolos] fica muito difícil de fazer o Auto Controlo... dá diferença no peso do material" (1º Operador/Turno C).

Para além do controlo e garantia da qualidade dos produtos e das matérias-primas, diversos procedimentos são feitos visando garantir a rastreabilidade dos materiais no caso de algum problema. Conforme ressaltado por um operador:

"isso é uma prova se tiver azar... para ver quem fez o erro. A etiqueta tem que estar aqui... [mostrando uma caixa na qual as etiquetas são guardadas]. Se não estiver aqui, alguém roubou ou jogou fora" (2º Operador/Turno C).

Outro operador relata:

"a corda têxtil vem com problema que nem nós sabemos... através das etiquetas descobrem o problema" (Operador do Let-off/Turno C).

Os rolos de tecidos em cru são identificados por etiquetas que contêm códigos de identificação do tipo de tecido, dia em que foi produzido, entre outros. Quando o rolo de tecido em cru é utilizado na calandragem, o código que identifica o tecido é registado no sistema que faz o controlo do processo, e a etiqueta de identificação deve ser armazenada por um período que pode chegar a até 1 ano depois da calandragem do material¹¹⁸.

As mesas dos compostos de borracha também são identificados com etiquetas com as informações sobre o material, lote, data de processamento, entre outros. As etiquetas dos compostos de borracha devem ser conferidas e assinadas por dois operadores da calandra antes do material entrar em processamento, para evitar trocas de compostos¹¹⁹. Assim que os compostos

¹¹⁷ Além da amostra para fazer o Auto Controlo, deve ser retirada juntamente uma amostra para enviar ao laboratório de controlo da qualidade.

¹¹⁸ De acordo com as exigências dos clientes finais.

¹¹⁹ Conforme o documento *Instrução de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico* (Anexo 2) que cita, no item 8.1: "Antes de iniciar o uso numa mesa do composto, garantir que a sua identificação bem como a data de 'usar até' na respetiva etiqueta estão conformes. Consoante o definido, esta verificação poderá ser feita 1 ou 2 vezes por mesa (por diferentes pessoas). Em qualquer dos casos é obrigatório que, pelo menos, uma das verificações seja efetuada por um dos dois operadores da calandra (1º ou 2º Operador)".

são colocados em processamento, os códigos de identificação devem ser registados no sistema que faz o controlo do equipamento e a identificação do material¹²⁰.

No final da calandragem, cada rolo de tecido calandrado recebe uma etiqueta de identificação antes de ser enviado para o processo de cura/armazenagem. Para cada rolo calandrado é atribuída uma numeração única, constando o código do produto e das matérias-primas que foram empregadas naquele rolo. Conforme relato de um operador:

"a etiqueta é o B.I. do rolo calandrado" (Operador do Wind-up/Turno C).

A etiqueta de identificação do rolo calandrado é gerada pelo sistema que faz o controlo do processo e a identificação do material e impressa por uma impressora localizada próxima ao armazém onde o material é alocado.

8.6. Organização do Processo da Calandragem

8.6.1. DEMANDA E RENDIMENTO

Diariamente, em três turnos de produção, são produzidos cerca de 50.000 m de tecido na calandra de 4 rolos, o que equivale a uma média de 130 rolos de tecido/dia. Os produtos de maior demanda são os de estilo metálico, correspondendo em média a 70% da metragem total de tecidos produzidos.

O rendimento das bobines de cordas metálicas variam entre 19, 43 ou 86 rolos de tecido calandrado¹²¹. Já os tecidos têxteis possuem rendimento médio de 1:4¹²², ou seja, a partir de cada rolo de tecido têxtil em cru são produzidos cerca de 4 rolos de tecido calandrado¹²³.

Em ambos os estilos de tecidos, dá-se preferência para se consumir a totalidade da metragem das bobines de cordas ou dos rolos de tecido em cru, evitando o uso parcial dos mesmos, de forma a

¹²⁰ Conforme mencionamos, os *bleeders* coloridos também funcionam como códigos para marcação do produto, facilitando a identificação do material e evitando trocas de materiais nos processos subsequentes.

¹²¹ Os tecidos MPS04 e MPS05 utilizam bobines de 32.000 m e 16.300 m, respetivamente, e são enrolados em rolos com uma metragem média de 380 m/rolo. Já o tecido MHF014 utiliza bobines de 7.000 m e é enrolado em rolos com metragem média de 368 m/rolo, pois trata-se de um material mais espesso, e que portanto, ocupa maior volume.

¹²² Devido ao aumento de volume após a adesão do composto de borracha.

¹²³ Com metragens que variam de acordo com a espessura do material, geralmente entre 375 m e 460 m. Nos tecidos de nylon, por exemplo, por serem mais finos, é possível enrolar uma maior metragem de tecido calandrado em cada rolo.

evitar *set-ups* desnecessários e minimizando a quantidade de *scrap*, devido aos “princípios e fins” do processo¹²⁴.

8.6.2. PLANEAMENTO E SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

Os produtos a serem calandrados em cada turno, assim como as suas respectivas quantidades, são definidos pelo Supervisor do Departamento II/Frio¹²⁵, e repassados aos operadores da calandra através de uma Ordem de Serviço. No final de cada turno de trabalho, o 1º Operador deve preencher a Ordem de Serviço com o número de rolos que foram realmente calandrados em cada estilo, e devolvê-la ao supervisor.

Caso haja necessidade, em função de avarias no equipamento, falta de matérias-primas, entre outros, o 1º Operador tem autonomia para alterar a Ordem de Serviço. Nesse caso, deve-se comunicar o supervisor, para que ele providencie a atualização da mesma, verificando os estoques e as previsões de demanda de cada produto.

O sequenciamento da produção da calandragem é definido pelo 1º Operador da calandra, visto que a Ordem de Serviço não determina a sequência de produção a ser cumprida, somente as quantidades de rolo para cada produto. Em geral, a decisão da sequência a ser produzida é definida considerando a espessura¹²⁶ dos materiais a serem produzidos, de forma a minimizar a quantidade de ajustes necessários nas variáveis do equipamento.

Outros critérios, tais como minimizar a quantidade de troca entre estilos, avaliar a disponibilidade de *liners* para determinado estilo e a necessidade ou urgência de cada produto, também são levados em consideração pelo 1º Operador para definir a sequência da produção do turno.

8.6.3. PROCEDIMENTOS E ESPECIFICAÇÕES

Diversos documentos contém os procedimentos e especificações referentes aos produtos, ao processo e ao trabalho da calandragem. Esses documentos ficam à disposição dos operadores da calandra. Um operador, ao mostrar o ficheiro de documentos, cita:

¹²⁴ Conforme indicado no documento *Especificação – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos (Anexo 3)*, item 5 – Manuseamento de Materiais. O documento descreve ainda os procedimentos a seguir caso ocorra uso parcial de rolos de tecido em cru ou de bobines de cordas metálicas.

¹²⁵ A Ordem de Serviço é feita diariamente pelo supervisor do Departamento II/Frio, a partir da verificação do material calandrado que se encontra em estoque e das necessidades de cada produto a fim de atender as demandas dos diferentes tipos de pneus.

¹²⁶ Observamos que os operadores dão preferência por seguir uma ordem iniciando pelo material mais fino e gradativamente sequenciando os materiais mais espessos, ou o contrário, iniciando do mais espesso e gradativamente sequenciar para mais os finos.

"[aqui está] tudo o que eu preciso de saber e que tenho que aplicar" (1º Operador/Turno A).

Os principais documentos são:

- *Instrução de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico*: descreve os procedimentos a seguir visando o controlo do processo e o atendimento das características de qualidade dos materiais calandrados. Descreve as variáveis a serem controladas, a forma de controlo, os registos necessários e as ações corretivas a serem feitas em caso de anomalias. É apresentado no Anexo 2.
- *Especificação – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos*: descreve o equipamento, a forma correta do manuseamento dos materiais, e as principais especificações a serem observadas ao longo da calandragem. É apresentada no Anexo 3.
- *Diagrama de Fluxo – Calandragem de Tecido Metálico*: contém a descrição das principais etapas do processo de calandragem de tecidos metálicos, classificadas em 4 tipos: operações, armazenagem, transporte e controlo. Para além da descrição das etapas, lista as principais fontes de variação do processo e as características afetadas pelas fontes de variação. É apresentado no Anexo 4.
- *Diagrama de Fluxo – Calandragem de Tecido Têxtil*: contém a descrição das principais etapas do processo de calandragem de tecidos têxteis, classificadas em 4 tipos: operações, armazenagem, transporte e controlo. Para além da descrição das etapas, lista as principais fontes de variação do processo e as características afetadas pelas fontes de variação. É apresentado no Anexo 5.
- *Método de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico – Calandra Berstorff*: lista as principais operações a serem realizadas pelos operadores durante a calandragem. Especifica os procedimentos específicos nos momentos iniciais da produção (início da corrida), ao longo da calandragem (durante a corrida) e nos *set-ups* do equipamento (troca ou mudança de estilo). É apresentado no Anexo 6.
- *Método de Trabalho – Preparação da Sala do Creel – Sala de Cima*: descreve as operações a serem seguidas para a preparação das cordas metálicas para a calandragem de tecidos em estilo metálico (MPS05 e MPH014). É apresentado no Anexo 7.
- *Método de Trabalho – Preparação da Sala do Creel – Sala de Baixo*: descreve as operações a serem seguidas para a preparação das cordas metálicas para a calandragem de tecidos em estilo metálico (MPS04). É apresentado no Anexo 8.

8.7. A Calandra de 4 Rolos

Conforme citamos anteriormente, a calandragem é feita num equipamento denominado calandra, constituída por quatro rolos ou cilindros¹²⁷, dispostos em forma de "Z"¹²⁸. A Figura 15 ilustra os rolos de uma calandra de 4 rolos.



(a) Desenho tridimensional dos rolos e estrutura de suporte (reproduzido de KraussMaffei Berstorff, 2017)



(b) Vista dos rolos de uma calandra (reproduzido de ExportPages, 2017)

Figura 15 – Rolos de uma calandra de 4 rolos.

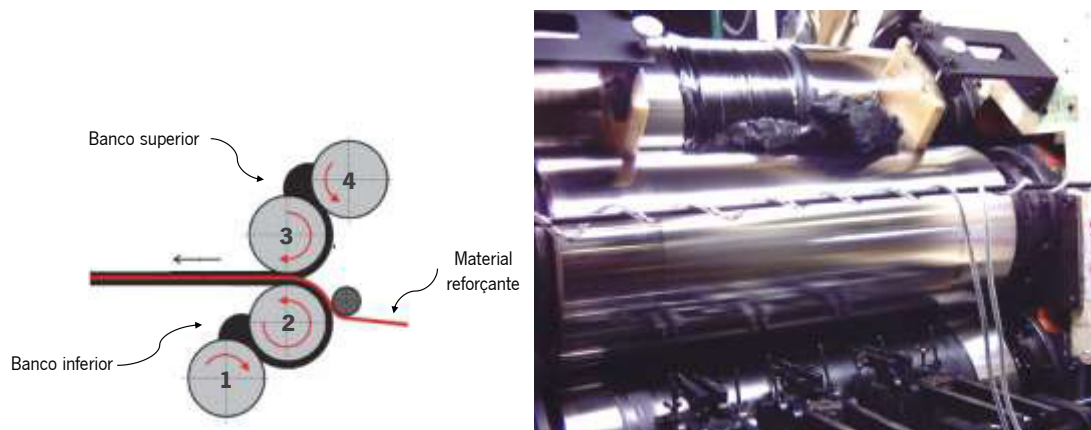
Por possuir 4 rolos, os compostos de borracha alimentados no processo formam simultaneamente dois bancos: um banco inferior entre os rolos 1 e 2 e um banco superior entre os rolos 3 e 4, o que permite que o material reforçante seja revestido de composto de borracha em ambos os seus lados, ao passar somente uma vez pelo equipamento¹²⁹. Cada banco recebe o composto de borracha que será aderido num dos lados ou superfície dos materiais reforçantes. Guias, ou cunhas, aparam os compostos nos bancos, evitando que eles se desloquem para as extremidades dos rolos.

¹²⁷ Na Empresa, chamada informalmente como Calandra de 4 Rolos ou ainda calandra Berstorff, nome da empresa fabricante do equipamento.

¹²⁸ A forma deve-se ao perfil formado pela disposição relativa entre os rolos. Diferentes calandras podem possuir outras configurações possíveis, como "S", "L", entre outros.

¹²⁹ Apesar de existirem outras calandras na unidade, a calandra analisada é a única que possui 4 rolos. As outras calandras são de 3 rolos e produzem outros tipos de materiais utilizados na fabricação de pneus.

Na Figura 16 apresentamos: (a) de forma esquemática, os quatro rolos, a sua disposição relativa e o local onde se formam os bancos de compostos inferior e superior e (b) uma imagem de um banco de composto de uma calandra de 4 rolos.



(a) Esquema da disposição dos rolos e local de formação dos bancos de composto de borracha (adaptado de Jakovljević e Petrović, 2009)

(b) Vista de um banco de borracha (reproduzido de Rimpex Rubber, 2002)

Figura 16 – Bancos de compostos numa calandra de 4 rolos.

8.7.1. PRINCIPAIS VARIÁVEIS DE CONTROLO

Conforme citado, a adesão do composto de borracha no material reforçante é feita principalmente através do controlo das variáveis de temperatura, pressão e velocidade de rotação dos rolos. O controlo dessas variáveis é necessário para garantir que o material calandrado tenha as características de qualidade conforme especificado e uniformidade em toda a sua superfície e extensão.

A temperatura dos rolos é controlada por permutadores de calor¹³⁰. Já a velocidade de rotação é feita por um sistema de engrenagens localizado na lateral dos rolos¹³¹, sendo que a velocidade nominal máxima de rotação dos rolos é de 55 m/min para a calandragem dos tecidos têxteis e de 45 m/min para os tecidos metálicos.

¹³⁰ Cada rolo possui a sua própria unidade de controlo de temperatura (TCU – *Temperature Control Unit*). O aquecimento é feito com vapor e o arrefecimento com água industrial. Os rolos 2 e 3 possuem temperaturas mais altas do que os rolos 1 e 4.

¹³¹ A velocidade é controlada pelo rolo 2, sendo que os outros rolos, engrenados, seguem a rotação desse, em proporções distintas. O sistema de rotação possui três posições de engrenagem: proporção 1:1,015, proporção 0, e proporção 1:1. Na proporção 0, a máquina funciona em modo neutro, sem velocidade engrenada, funciona somente no sistema elétrico. O rolo 2 e 3 giram à mesma velocidade nos tecidos têxteis. Nos tecidos metálicos, o rolo 1 e 4 giram com velocidade 15% menor, e o rolo 3 com velocidade 1,5% menor.

Já a pressão entre os rolos é feita por sistemas hidráulicos localizados nas extremidades dos rolos, que permitem que eles se movimentem em diferentes eixos¹³². Três parâmetros são associados aos movimentos dos rolos da calandra¹³³:

- *Gap*: distância entre os rolos da calandra, é controlado por movimentos de aproximação entre os rolos 2 e 3, sendo portanto, utilizado para alterar a aplicação da pressão ao longo de toda a superfície do material. O valor do *gap* entre os rolos varia conforme o tipo de produto;
- *Cross Axis*: alinhamento dos rolos 1 e 4 em relação ao eixo vertical, feito por movimentos de rotação em torno deste eixo. É um importante parâmetro para a uniformidade do material calandrado: quanto maior o valor do *cross axis*, mais a borracha dos bancos se desloca para as extremidades laterais do tecido;
- *Bending*: vergadura entre os rolos 2 e 3, feita por movimentos de tração nas extremidades dos rolos. Também é importante para garantir a uniformidade do material calandrado, pois permite colocar mais ou menos borracha no zona central dos rolos.

8.7.2. DIMENSÕES E ESTRUTURA

A calandra de 4 rolos é considerada um equipamento de grande porte. Para além dos quatro rolos que promovem a adesão do composto de borracha no material reforçante, uma linha completa de uma calandra possui diversos outros sistemas e equipamentos acessórios que são necessários ao processo¹³⁴. Na Figura 17, apresentamos de forma esquemática, alguns desses equipamentos.

¹³² Tratam-se de movimentos lentos, com elevado esforço mecânico associado.

¹³³ Os movimentos são feitos nos rolos 1, 2 e 3. O rolo 4 é fixo.

¹³⁴ Esses outros sistemas são considerados como parte do equipamento, e portanto, quando nos referimos à calandra e ao processo de calandragem, estamos nos referindo a todo o conjunto da máquina, incluindo para além dos 4 rolos principais, e os seus sistemas e equipamentos acessórios.

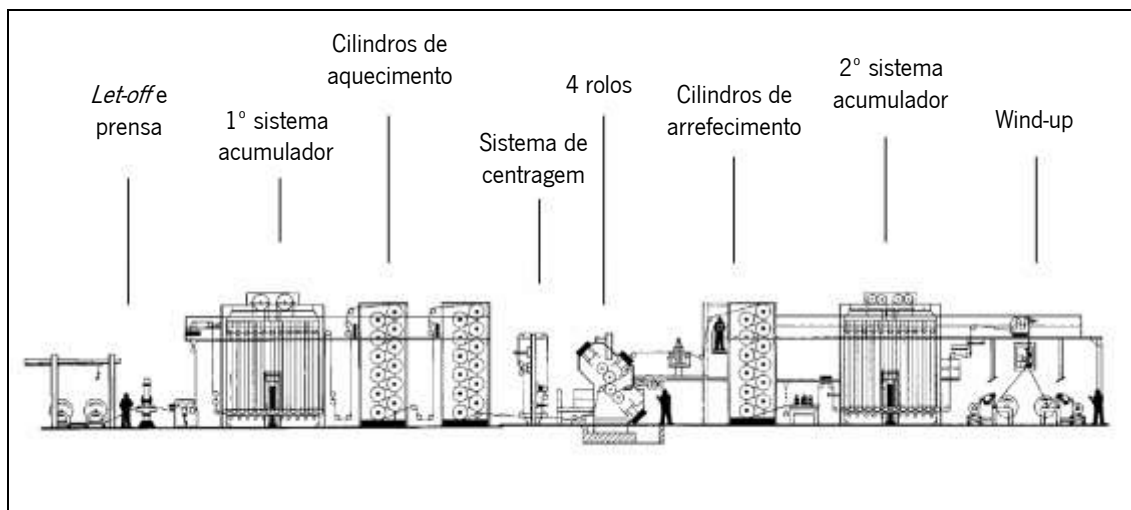


Figura 17 – Linha de uma calandra de 4 rolos (adaptado de Jakovljević e Petrović, 2009).

Contabilizando todas as suas partes, a linha completa da calandra de 4 rolos da Empresa mede cerca de 84 metros de comprimento, 16 metros de largura e 8 metros de altura. No Anexo 9 mostramos a sua localização na unidade. O equipamento total pesa cerca de 150 toneladas e consome cerca de 395 kWh de energia.

Ao longo do processo, as matérias primas e os tecidos já calandrados passam por diversos equipamentos e sistemas acessórios. A distância total percorrida desde os quatro rolos, onde é feita a adesão do composto de borracha, até o fim do equipamento, onde o tecido é enrolado, é por volta de 100 metros. Já a distância percorrida desde a estação do *let-off* até os rolos da calandra é de 25 metros.

Alguns dos sistemas e equipamentos acessórios são utilizados na calandragem de somente um dos estilos de tecido (têxtil ou metálico), enquanto outros são utilizados na calandragem de ambos os estilos. Listamos os principais a seguir¹³⁵.

8.7.3. EQUIPAMENTOS ACESSÓRIOS

- extrusora de pinos: equipamento utilizado na preparação do composto de borracha antes da sua aplicação no tecido reforçante. Sua função é extrusar e picar o composto de borracha. Possui uma espiral interna, semelhante a um saca-rolhas, com diversos pinos. Possui em sua entrada uma tremonha, por onde os operadores alimentam os lençóis de compostos e em sua saída uma passadeira transportadora que leva o composto até o

¹³⁵ O documento da empresa *Especificação – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos*, apresentado no Anexo 3, também descreve alguns desses equipamentos e sistemas.

moinho de aquecimento, conforme ilustramos na Figura 18. Possui um detetor de metais associado. A velocidade da extrusora é controlada por um painel de comando. É utilizada para a calandragem em ambos os estilos e localiza-se na região lateral da calandra, próximo ao moinho de aquecimento e ao moinho de alimentação;

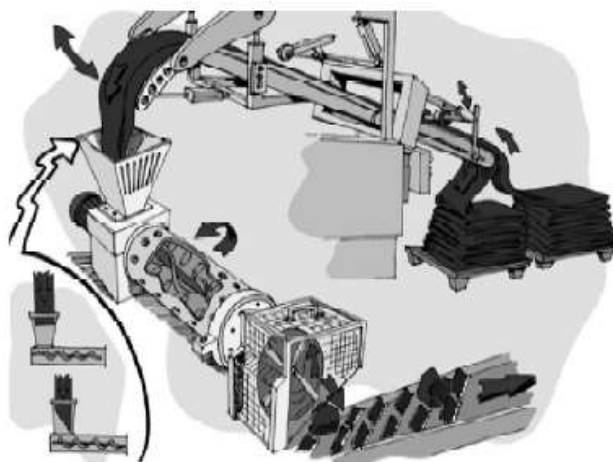


Figura 18 – Extrusora de pinos (adaptado de V. M. L. Almeida, 2012).

- moinho de aquecimento (ou moinho plastificador ou *blending mill*): equipamento utilizado na preparação do composto de borracha antes da sua aplicação no tecido reforçante. Tem a função de homogeneizar e ajustar a temperatura do composto. Não possui controlo para alterar a velocidade de rotação, somente controlo de temperatura, feito por uma Unidade de Controlo de Temperatura, ou TCU¹³⁶, sendo aquecido à vapor e arrefecido por água. A alimentação é feita diretamente pela passadeira transportadora da extrusora. Possui em sua saída duas passadeiras, que enviam o composto plastificado ao moinho de alimentação. É utilizado para a calandragem em ambos os estilos e localiza-se na região lateral da calandra, juntamente da extrusora e do moinho de alimentação, conforme ilustra a Figura 19;
- moinho de alimentação (*feeding mill*): equipamento utilizado na preparação do composto de borracha antes da sua aplicação no tecido reforçante. Tem a função de ajustar a espessura do composto e enviá-lo para os rolos da calandra. É alimentado pelas duas passadeiras transportadoras ligadas ao moinho de aquecimento, localizado a montante. Possui quatro passadeiras transportadoras de saída, que transportam as tiras de composto até os bancos da calandra. Possui facas automáticas localizadas nos rolos, que

¹³⁶ Temperature Control Unit

cortam o composto em tiras. A distância entre os rolos do moinho e a posição das facas é controlada através de um painel de comando. É utilizado para a calandragem em ambos os estilos e localiza-se na região lateral da calandra, juntamente da extrusora e do moinho de aquecimento, conforme ilustra a Figura 19;

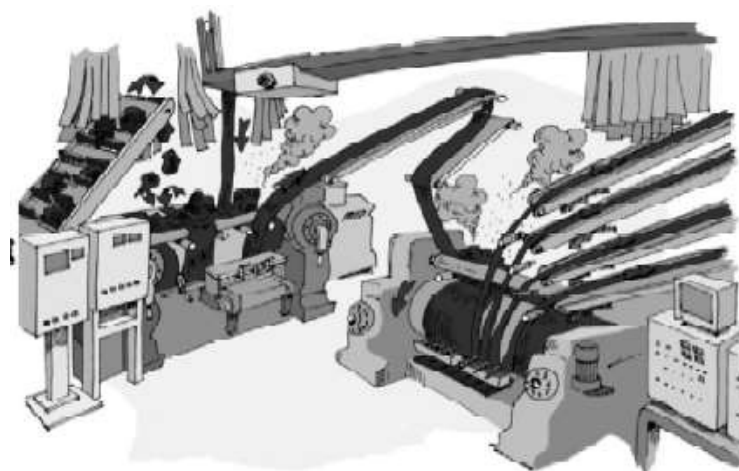


Figura 19 – Moinho de aquecimento e moinho de alimentação (adaptado de V. M. L. Almeida, 2012).

- salas do *creel* (*creel room*): salas nas quais são acondicionadas as cordas metálicas utilizadas na calandragem de tecidos metálicos. Trata-se de uma zona isolada¹³⁷, adjacente à linha da calandragem (cerca de 5 metros de distância aos rolos calandra). É composta por 2 salas independentes, localizadas em dois pisos sobrepostos. Dentro de cada sala do *creel* há duas estantes de pinos, ou *racks*, nos quais são posicionadas as bobines de cordas metálicas. Associado a cada pino das estantes há ainda um segundo pino de fixação do suporte, de tamanho menor, além de um sistema composto por um travão individual¹³⁸, que controla a tensão da corda durante o desenrolamento. Possuem ainda sistemas de pré-feiras, feiras e pentes metálicos utilizados para alinhar as cordas metálicas. A Figura 20 ilustra uma sala de *creel* e as estantes de pinos, assim como o detalhe da feira. Na sala localizada no primeiro piso há dois braços automatizados ou robôs¹³⁹, utilizados para fazer o carregamento das bobines nas estantes. Da parede de

¹³⁷ Pois deve ter os valores de temperatura e humidade controlados ($27 \pm 5^\circ \text{C}$, e $\leq 40\%$ respetivamente) de forma a evitar a oxidação das cordas metálicas.

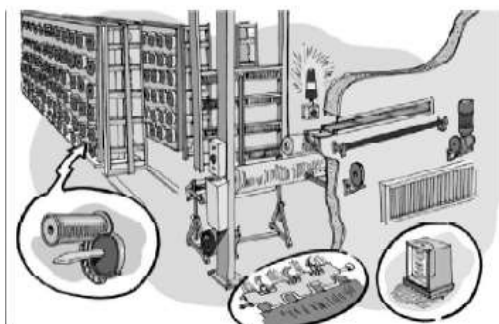
¹³⁸ Os travões dos pinos do *creel* de baixo são a ar e os travões do *creel* de cima são de borracha tipo fole.

¹³⁹ Chamados informalmente pelos operadores com as alcunhas de Lola e Oscar.

cada piso existe uma abertura, por onde passam as cordas metálicas para alimentar os rolos da calandra;



(a) Vista das estantes de pinos de uma sala do *creel* (reproduzido de Social Knowledge, 2017).



(b) Esquema da pré-fieira de uma estante de pinos (adaptado de V. M. L. Almeida, 2012).



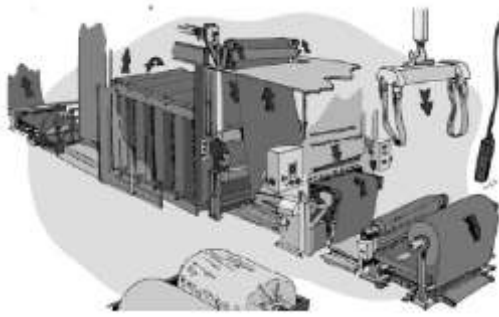
(c) Vista da pré-fieira de uma estante de pinos (reproduzido de Tire Technology International, 2017).

Figura 20 – Sala do *creel*, estantes de pinos e fieiras.

- dupla estação de desenrolamento (*let-off*): estrutura formada por dois conjuntos de mangas¹⁴⁰ onde são posicionados os rolos de tecidos têxteis em cru utilizados na calandragem de tecidos têxteis assim como os *liners* de enfiamento, conforme mostrado na Figura 21. Possui um guincho elétrico¹⁴¹ para o transporte e alocação dos rolos. Próximo ao *let-off* há uma área de ramadas, suportes nos quais os rolos de tecido em cru ou *liners* ficam armazenados;

¹⁴⁰ Extremidade do eixo em que se posiciona uma roda ou peça mecânica.

¹⁴¹ O guincho é informalmente denominado "garibaldi".



(a) Esquema de uma dupla estação de desenrolamento (adaptado de V. M. L. Almeida, 2012).



(b) Vista de uma estação de desenrolamento em instalação (reproduzido de Internal Mixers, 2016).

Figura 21 – Dupla estação de desenrolamento (*let-off*).

- prensa de emendas (*slicing press*): prensa através da qual é feita a emenda entre dois rolos, podendo ser estes rolos de tecido em cru ou *liners* de enfiamento. Localiza-se próximo à dupla estação de desenrolamento, conforme mostrado na Figura 21(a). É utilizada somente na calandragem de tecidos têxteis e no *set-up* entre estilos;
- 1º sistema acumulador ou sistema de compensação: conjunto de cilindros fixos e móveis pelos quais passam o tecido têxtil em cru, e que se deslocam no eixo vertical para evitar parar o processo ou diminuir a velocidade de processamento enquanto é feita a emenda entre dois rolos de tecido em cru. No momento da acumulação do tecido, os cilindros móveis se deslocam para baixo, aumentando a distância entre eles, tensionando e "acumulando" o tecido, o que permite diminuir a velocidade de entrada a montante. Finalizadas as operações da emenda, os cilindros voltam a subir, retornando para a posição de repouso. O sistema acumulador fica em posição de repouso até que seja feita nova emenda entre rolos;
- cilindros de aquecimento (*heating drums*): conjunto de tambores, com sistema interno de circulação de vapor, que servem para aquecer e retirar humidade do tecido têxtil em cru, facilitando a adesão do composto de borracha ao tecido. Os cilindros de aquecimento são isolados do exterior por uma estrutura metálica, que é chamada de estufa, para minimizar a perda de calor para o ambiente. São utilizados somente na calandragem de tecidos têxteis;
- cilindros de arrefecimento: conjunto de doze tambores com sistema interno de circulação de água, cujo objetivo é arrefecer o tecido após este ser calandrado, uniformizando a

temperatura e aproximando-a da temperatura ambiente. São utilizados na calandragem de ambos os estilos de tecidos;

- dupla estação de enrolamento (*wind-up*): estrutura móvel formada por duas estações (denominadas *winders*) utilizadas para enrolar o material calandrado (juntamente com o *liner* ou o *liner* de enfiamento) em rolos. As estações são utilizadas alternadamente, ou seja, enquanto o tecido está a ser enrolado num *winder*, o outro é preparado para se utilizar em seguida. As estações se deslocam lateralmente para trocar de estação em operação. Em cada *winder* há duas mangas: uma utilizada para o enrolamento (manga do enrolador) e outra utilizada para desenrolar o *liner* (manga do *liner*). A troca entre os *winders* assim como a mudança de posição dos rolos em cada *winder* é feita automaticamente por uma alavanca motorizada. Possui um painel de comando através do qual são controladas as tensões das mangas, o corte do material, entre outros. Possui ainda um guincho elétrico para a alocação e remoção dos rolos de tecido calandrado¹⁴² e de *liners* da estação;
- 2º sistema acumulador ou sistema de compensação: conjunto de cilindros fixos e móveis pelos quais passam o tecido calandrado, e que se deslocam no eixo vertical e permitem que se diminua a velocidade de saída do material no *wind-up*, evitando parar o processo ou diminuir a velocidade de processamento enquanto se procede a troca dos *winders* da estação de enrolamento¹⁴³. No momento da acumulação do tecido, os cilindros móveis se deslocam para baixo, aumentando a distância entre eles, tensionando e “acumulando” o tecido calandrado, diminuindo a velocidade de saída à jusante. Após o término da troca da estação, os cilindros do sistema acumulador voltam a subir, retornando para a posição de repouso, até que seja feita nova troca de estação;
- *paternoster*: armazém onde são alocados os rolos de tecido calandrados assim como os rolos de *liners* vazios que retornam do Corte. O *paternoster* é composto por carris laterais nos quais se apoiam os rolos pelas caneleiras, ficando estes suspensos, de forma a evita a deformação do material calandrado, devido ao seu próprio peso. O *paternoster* possui 7 filas, com capacidade para 38 rolos em cada, e os carris se movimentam em forma de um carrossel. A alocação dos rolos nas filas é feita por um carrinho localizado na lateral

¹⁴² Um rolo de tecido calandrado pesa cerca de 1 tonelada.

¹⁴³ Um operador aponta um local do equipamento antes do sistema acumulador e explica: “olhe lá... lá na frente tá igual... os rolos fazem a compensação” (Operador do Wind-up/Turno C).

externa do *paternoster*, controlado por um sistema automático que faz a gestão da alocação dos rolos¹⁴⁴. O *paternoster* também é utilizado pelos operadores do Corte para buscar o material calandrado que será cortado.

8.7.4. SISTEMAS ACESSÓRIOS

- sistema de controlo do equipamento: sistema informático responsável por controlar alguns equipamentos e sistemas acessórios, tais como: extrusora (velocidade), moinhos de aquecimento e alimentação (temperatura e largura das tiras), sistemas tensores, sistemas de centragem de tecido. Também indica as principais avarias ou erros que ocorram nos equipamentos. Possui uma unidade de processamento e dois conjuntos de ecrãs com rato e teclado, sendo um deles localizado ao lado dos rolos da calandra e outro localizado numa bancada na região lateral da calandra;
- sistema de controlo automático do processo (sistema FAG¹⁴⁵): sistema informático responsável pelo controlo automático dos parâmetros dos rolos da calandra¹⁴⁶. Os parâmetros de produção de cada tipo de tecido estão previamente programadas em receitas, de acordo com as especificações de cada produto. O sistema FAG recebe os dados dos sensores de fontes radioativas, alocados nos cilindros da calandra¹⁴⁷, que fazem a medição da espessura do tecido calandrado. Pode ser operado em modo automático ou em modo manual. Para além dos sensores, possui uma unidade de processamento, e compartilha o conjunto de interfaces localizado ao lado dos rolos da calandra com o sistema de controlo do equipamento, além de possuir outro conjunto de interface na bancada da região lateral da calandra;
- sistemas tensores: controla a tensão aplicada ao tecido ao longo de todo o equipamento. Localiza-se em diversos pontos do equipamento, sendo composto por diversas células de carga, e comunica-se ao sistema de controlo do equipamento;

¹⁴⁴ O Operador seleciona no sistema a opção [0] para armazenar um rolo de tecido calandrado, [1] para armazenar um rolo de tecido calandrado e trazer um rolo de liner, ou [2] somente para trazer o rolo de liner. Um operador cita que: *"nós só chamamos o carro, o computador que escolhe"* (Operador do Wind-up/Turno A).

¹⁴⁵ FAG é o nome da empresa que instalou o sistema de medição e controlo da espessura do material. Atualmente o sistema é de responsabilidade de outra empresa, mas entretanto, os Operadores da calandra continuam a chamar o sistema de FAG.

¹⁴⁶ *Gap, Cross Axis e Bending.*

¹⁴⁷ Os sensores ficam alocados junto aos rolos da calandra, sendo 2 sensores para a medição da camada superior de composto e 3 sensores para a medição da camada inferior do composto de borracha.

- sistemas de centragem e alinhamento do tecido: assim como os sistemas tensores, trata-se de um sistema de grande importância na calandragem¹⁴⁸. Localizam-se em diversos pontos do equipamento, visando garantir o correto deslocamento do tecido ao longo da linha da calandra;
- sistemas de alarmes e sinalização: presentes em diversos pontos da calandra, têm a função de sinalizar ou alertar os operadores a respeito de falhas do processo. São controlados geralmente por sensores e emitem sinais sonoros ou luminosos. Alguns exemplos:

-alarme dos sistemas acumuladores: indicam que o sistema acumulador encontra-se próximo ao limite máximo de extensão (quando o acumulador atinge a extensão máxima, a máquina para automaticamente);

-sinal luminoso de corda metálica: indica o rompimento de alguma corda metálica durante a calandragem. Funciona por meio de uma barra metálica com sensores localizada na saída da parede do *creel*;

-alarme do *liner*: localizado na estação de enrolamento, deteta o final do rolo de *liner*, evitando que o tecido seja enrolado sem *liner*. Conforme explica um operador do *wind-up*:

"tem uma célula que deteta o final do liner, para não enrolar tecido sobre tecido, pois senão vira scrap, não dá para aproveitar o material... essa célula faz soar um alarme" (Operador do Wind-up/Turno C).

-sinal luminoso no moinho de aquecimento: indica se o composto de borracha em tiras arrebentar nas passadeiras transportadoras entre o moinho de aquecimento e o moinho de alimentação;

-sinal luminoso no moinho de alimentação: indica se alguma tira arrebentar nas passadeiras transportadoras entre o moinho de alimentação e os cilindros da calandra.

¹⁴⁸ Constituem os sistemas de centragem e alinhamento: rolos *fingers*, conjunto de 3 pequenos rolos por onde passa o tecido e que fazem a distribuição das cordas da extremidade dos tecidos têxteis em cru; e rolo banana, rolo de superfície convexa que faz a "abertura da trama" dos tecidos têxteis em cru, principalmente na parte central do tecido, minimizando o efeito de deformação elástica transversal decorrente do tensionamento longitudinal do tecido.

Os rolos da calandra, assim como os equipamentos acessórios são fixos numa estrutura composta por pilares e vigas metálicas. Essa estrutura possui escadas de acesso às plataformas e passarelas localizadas na parte superior do equipamento, permitindo que se alcance determinadas zonas do equipamento para a realização de operações, limpezas e manutenções¹⁴⁹.

8.8. O Processo da Calandragem e suas Operações

Conforme referido anteriormente, a calandragem de tecidos é um processo no qual se reveste ambos as superfícies de um tecido têxtil cru ou cordas metálicas com compostos de borracha. Entretanto, o processo completo da calandragem é constituído por diversas operações, necessárias para preparar as matérias-primas, impregnar o composto no material reforçante, enrolar o material calandrado em rolos e enviá-lo para a cura/armazenagem. Diversas outras operações, realizadas simultaneamente ou sequencialmente, visam evitar a paragem da máquina e a conseqüente produção de *scrap*, assim como permitem atingir as características de qualidade especificadas e manter a calandragem em bom rendimento.

O processo da calandragem pode ser dividido em três etapas principais¹⁵⁰:

- preparação de matérias-primas;
- calandragem¹⁵¹; e
- enrolamento, corte e armazenagem.

Para além das operações necessárias para efetuar o processo de calandragem, há também diversas operações que são realizadas para fazer a troca entre estilos, ou seja, o *set-up* do equipamento.

Na Figura 22 apresentamos um fluxograma do processo de calandragem, de suas etapas e principais operações, que descrevemos a seguir. Posteriormente, descrevemos também as operações necessárias para fazer a troca entre estilos de produto em processo.

¹⁴⁹ Essa estrutura teve grande relevância no desenvolvimento da investigação, conforme relatamos no Capítulo 11.

¹⁵⁰ Seguimos a mesma divisão apresentada pela Empresa, conforme os documentos que nos foram disponibilizados.

¹⁵¹ De acordo com os documentos da Empresa, a segunda etapa é denominada calandragem. Entretanto, nesse caso, se refere somente a algumas das operações do processo completo da calandragem, como descrevemos a seguir.

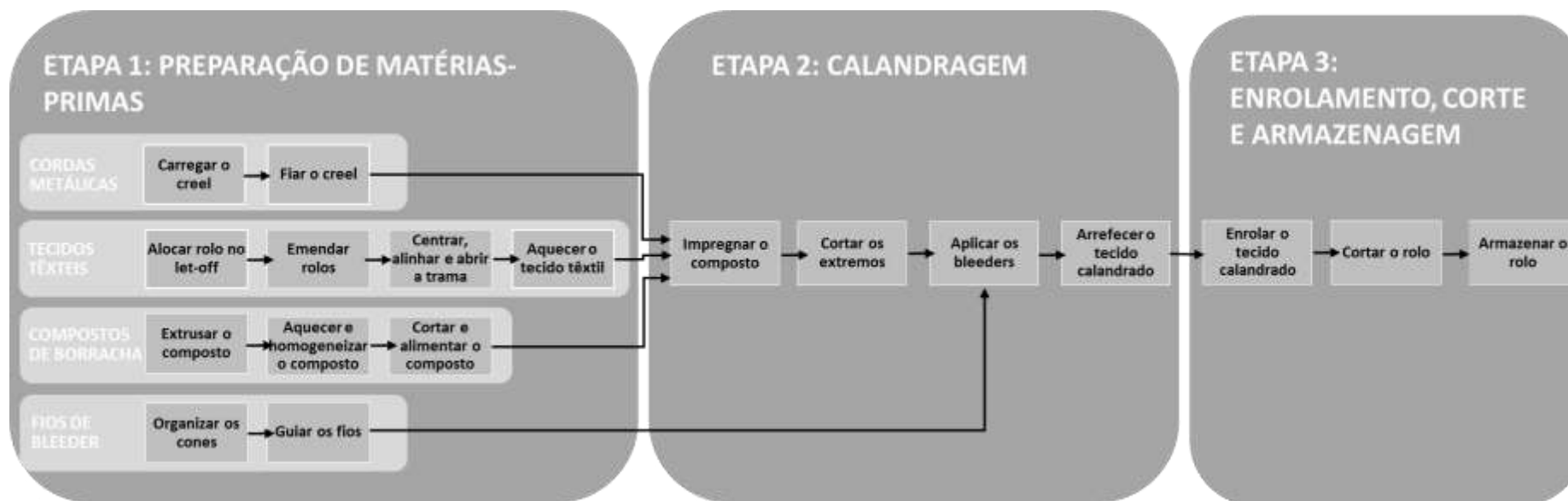


Figura 22 – Fluxograma do processo de calandragem, etapas e principais operações.

8.8.1. PREPARAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS

A preparação das matérias-primas constitui a etapa com mais operações no processo da calandragem. Trata-se de uma etapa muito importante, pois evita problemas posteriores no processo e permite que a qualidade do material calandrado seja garantida, como, por exemplo, um bom preparo da temperatura e homogeneidade da borracha garante sua melhor aderência aos tecidos têxteis e cordas metálicas.

Cada uma das matérias-primas utilizadas na calandragem – cordas metálicas, tecido têxtil em cru e compostos de borracha, possui operações de preparação específicas, conforme descrevemos a seguir.

8.8.1.1. Preparação do Material Reforçante - Cordas Metálicas¹⁵²

A preparação das cordas metálicas tem como objetivo preparar as cordas metálicas de forma que elas sejam utilizadas na calandragem de tecidos metálicos. Uma vez que as cordas metálicas são fornecidas enroladas em bobines, elas devem ser dispostas de forma que sejam corretamente desenroladas e alimentem a calandragem na determinada quantidade e espaçamento, garantindo a qualidade do material calandrado.

A preparação das cordas metálicas é de responsabilidade do Operador do *Creel*. Este é auxiliado por 1 ou 2 outros operadores, podendo ser um operador subcontratado e/ou um operador de fim de semana que está a “dar o dia”. Ocasionalmente, outros operadores podem auxiliar as operações, em função da disponibilidade e da necessidade em adiantar a preparação das cordas metálicas.

A preparação das cordas metálicas é feita na maior parte do tempo nas salas do *creel*, de acordo com o estilo a ser calandrado¹⁵³, assim como na região dos rolos da calandra. Ela não ocorre concomitantemente à calandragem, sendo uma etapa realizada antes do arranque da calandra. A preparação das cordas metálicas, quando feita por 2 operadores, demora cerca de 8 horas para ser concluída. É feita diariamente, em pelo menos um dos três turnos diários de produção.

¹⁵² As operações realizadas na etapa de preparação das cordas metálicas são feitas para a calandragem de tecidos metálicos.

¹⁵³ Apesar de ambas as salas serem aptas a preparar qualquer tipo de corda, a preparação das cordas do tecido MPS04 é geralmente feita no *creel* de baixo e a dos tecidos MPS05 e MHF014 no *creel* de cima, devido ao facto do MPS04 ser o material com maior demanda, e portanto utilizar bobines com maior metragem. Com a instalação dos robôs foi possível aumentar a produtividade do *creel* inferior.

A preparação das cordas metálicas é composta por duas operações principais: carregar o *creel* e fiar o *creel*, conforme mostra o Quadro 11.

Quadro 11 – Operações para a preparação das cordas metálicas.

1. Carregar o <i>creel</i>	<p>Colocação das bobines de cordas metálicas nos pinos das estantes das salas do <i>creel</i>. Os operadores devem observar o sentido de desenrolamento¹⁵⁴ e de acordo com a distribuição e espaçamento definido para cada estilo¹⁵⁵.</p> <p>No <i>creel</i> do andar inferior as bobines utilizadas pesam cerca de 40 kg, e o carregamento é feito utilizando robôs, localizados de cada um dos lados das estantes do <i>creel</i>¹⁵⁶.</p> <p>No <i>creel</i> do andar superior, são utilizadas bobines de 20 kg e todas as operações do carregamento das bobines nos pinos é feito manualmente pelos operadores.</p>
2. Fiar o <i>creel</i>	<p>Organização das cordas metálicas de forma a mantê-las paralelas e em correto alinhamento durante a calandragem.</p> <p>Inicia-se com a liberação da ponta das cordas das bobines, que são em seguida puxadas e passadas por uma pré-fieira e por uma fieira. Quando todas as cordas já foram puxadas e passadas pela pré-fieira e pela fieira, elas são passadas através de um pente metálico, que varia conforme o estilo a ser calandrado¹⁵⁷. Em seguida o pente é transportado até a zona dos cilindros da calandra e preso num suporte, onde permanece durante toda a calandragem do estilo. Já posicionado o pente, as cordas são amarradas no pano de enfiamento e puxadas por entre os 4 rolos da calandra. Em seguida, os operadores posicionam as cordas, uma a uma, nas estrias do rolo nervurado¹⁵⁸.</p> <p>Finalizada a operação, tem início a corrida do estilo, com a impregnação do composto nas cordas.</p>

¹⁵⁴ As bobines devem ser colocadas no lado certo, de acordo com o sentido que foram enroladas. Por isso as caneleiras das bobines são pintadas de um lado em azul (indicando o lado esquerdo, L) e do outro lado em amarelo (indicando o lado direito, R).

¹⁵⁵ A distribuição das cordas e espaçamento está indicada em documento disponível nas salas do *creel*. Mas conforme relatado por um operador: "mas não usa muito... tá tudo na cabeça" (Operador do *Creel*/Turno A).

No caso do *creel* de baixo, a posição é definida na rotina dos robôs, que tem o esquema de posicionamento das bobinas programado para o estilo.

¹⁵⁶ Operação dos robôs: O robô localiza a posição das bobines de cada camada da palete, através de sensores de posicionamento e carrega uma bobine de cada vez e coloca-a no Transportador Rotacional (TR1 e TR2, de acordo com a estante do *creel*), ou "transferidor". Após repetir a operação para as 12 bobines da camada, o Transportador Rotacional gira e descarrega as bobines no Transportador Longitudinal (TL1 e TL2, de acordo com a estante do *creel*), ou "transportador". O TR nesse momento retira o plástico separador de nível da palete utilizando ventosas e o pausa no piso. O Transportador Longitudinal se desloca até uma posição vazia da estante, utilizando um trilho no piso, descarrega as 12 bobines nos pinos das estantes e retorna para a posição original próximo ao TR. A operação é repetida sucessivamente até o fim da palete. Terminada uma palete, o robô continua o carregamento do TR a partir da palete que se encontra em outra estação de carregamento. O carregamento continua, alternando entre as estações até que o número de bobines necessárias para a calandragem estejam devidamente posicionadas nos pinos das estantes. Após a alocação de todas as bobines nos pinos das estantes, o operador deve ainda encaixá-las, do mesmo modo do carregamento do *creel* de cima. Conforme explica um operador do *creel*: "o robô só as pausa no sitio" (Operador do *Creel*/Turno B).

¹⁵⁷ Os pentes possuem diferentes espaçamentos.

¹⁵⁸ A função do rolo nervurado, ou rolo dentado, é manter o alinhamento das cordas metálicas e evitar a sobreposição das mesmas durante a calandragem.

Após o final de cada corrida do *creel*, os operadores devem limpar e organizar a sala do *creel* para que ela seja novamente utilizada. Devem ser removidas as bobines vazias das estantes, que são guardadas em caixas ¹⁵⁹. Todas as operações de limpeza e organização são feitas manualmente em ambas as salas do *creel*.

*8.8.1.2. Preparação do Material Reforçante - Tecido Têxtil em Cru*¹⁶⁰

A preparação do tecido têxtil em cru tem como objetivo preparar os tecidos têxteis em cru de forma que eles sejam fornecidos para a calandragem. Os tecidos têxteis em cru, fornecidos em rolos, devem ser dispostos de forma a serem corretamente desenrolados e alimentem o processo da calandragem.

A preparação do tecido têxtil em cru é de responsabilidade do Operador do *Let-off*, sendo que este é auxiliado por outros operadores disponíveis em determinadas operações¹⁶¹.

Ao contrário da preparação das cordas metálicas, que é finalizada antes do início da calandragem de tecidos metálicos, a preparação e fornecimento do tecido em cru inicia antes da calandragem e permanece durante o processo. Ou seja, à medida que o rolo de tecido vai sendo consumido, um novo rolo de tecido é alocado no *let-off* para ser utilizado em seguida. Os rolos de tecido em cru são emendados uns aos outros, mantendo a máquina em andamento e a produção continuada.

Para isso, os rolos são dispostos no *let-off*. Antes de serem revestidos com o composto de borracha, os tecidos têxteis passam ainda pelos cilindros de aquecimento, onde são desumidificados e aquecidos, de forma a facilitar a aderência da borracha. Além disso, os tecidos em cru passam por sistemas de centragem de forma a estar devidamente alinhados antes de sua passagem nos rolos da calandra. Essas operações demoram cerca de 15 minutos para serem realizadas, e são descritas no Quadro 12.

¹⁵⁹ Os documentos *Método de Trabalho - Preparação da Sala do Creel – Sala de Cima* e *Método de Trabalho - Preparação da Sala do Creel - Sala de Baixo*, apresentados nos Anexos 7 e 8, respectivamente, listam as operações necessárias para a preparação e arrumação da sala do *creel* antes de iniciar novo carregamento (item "operações indiretas").

¹⁶⁰ As operações de preparação dos tecidos têxteis em cru são feitas para a calandragem de tecidos têxteis.

¹⁶¹ Como, por exemplo, na operação de emenda dos rolos de tecido têxtil, conforme descrevemos no Quadro 12.

Quadro 12 – Operações para a preparação dos tecidos têxteis em cru.

1. Alocar rolo no <i>let-off</i>	Para alocar o rolo na estação de desenrolamento, o operador deve inicialmente retirar o plástico que protege o rolo, ou “descamisá-lo”. Em seguida o operador utiliza o guincho garibaldi para retirar o rolo da ramada e alocá-lo no suporte vazio da estação de desenrolamento.
2. Emendar rolos	<p>O rolo de tecido têxtil em cru que será calandrado é emendado ou no rolo de tecido têxtil em cru que já se encontra em processamento, ou no <i>liner</i> de enfiamento (no caso de troca entre estilos), e portanto, já alocado numa das estações do <i>let-off</i>. É através da emenda que o novo material é puxado por aquele que já se encontra no equipamento.</p> <p>Alocado o novo rolo no suporte livre da estação de desenrolamento, o operador solta a sua ponta e puxa o tecido, com o controlo do tensionamento da estação em modo manual, até obter um pedaço de tecido suficiente para proceder a emenda.</p> <p>Quando o rolo que se encontra em processamento está a ser finalizado, o operador coloca o controlo da tensão do suporte em modo manual e aciona o sistema acumulador, para ter tempo para fazer a emenda com o novo rolo alocado no outro suporte.</p> <p>Para emendar os rolos o operador do <i>let-off</i> precisa ser auxiliado por outro operador¹⁶². Conjuntamente, sobrepõem e arrumam as duas camadas de tecidos na prensa, esticando-as para que não tenham dobras, e colocam por cima uma tira de composto de borracha. Os operadores acionam a prensa, simultaneamente em cada um dos lados da mesma¹⁶³. Ao ser aquecida pela prensa, a tira de borracha vulcaniza e faz a adesão das duas camadas de tecido. Após abrir a prensa, o operador solta os tecidos presos da prensa puxando com a mão ou utilizando uma tesoura¹⁶⁴ e ajeita o tecido para facilitar sua centragem. Finalizada a emenda, o operador desliga o sistema acumulador, que retorna para a posição original, e o novo rolo de tecido é puxado ao longo do equipamento.</p> <p>A emenda é importante para se garantir um <i>set-up</i> rápido e é considerado um dos pontos críticos da calandragem. Conforme o relato de um operador:</p> <p style="text-align: center;"><i>"se a emenda não ficar bem feita, arreventa pelo caminho e dá um trabalho danado para dar jeito" (1º Operador/Turno B).</i></p>
3. Centrar, alinhar e abrir a trama	<p>Após a entrada em processo do rolo de tecido em cru e até chegar aos cilindros da calandra, o tecido passa por diversos sistemas de centragem e alinhamento, de forma a ser corretamente processado. Segundo relato de um operador:</p> <p style="text-align: center;"><i>"isso é uma das coisas essenciais para o produto... se o tecido não estiver centrado, o sistema [automático</i></p>

¹⁶² Que esteja disponível no momento. Geralmente é auxiliado pelo operador do *creel*, pelo operador da empresa subcontratada, ou pelo operador que está a "dar o dia".

¹⁶³ Devido ao sistema de segurança instalado na prensa, que requer o acionamento de dois conjuntos de botoneiras simultaneamente, localizados cada um desses conjuntos num dos lados da prensa.

¹⁶⁴ Para evitar queimar-se, devido à temperatura da prensa e do composto de borracha prensado.

de controlo do processo] de um lado tenta abrir e do outro tenta fechar, o material não fica em conformidade e dá scrap" (1º Operador/ Turno B).

- 4. Aquecer tecido** o Após ter sido emendado e passado por sistemas de centragem, o tecido têxtil em cru passa pela zona dos cilindros de aquecimento, para ser aquecido e desumidificado. Não há nenhuma ação direta dos operadores nessa operação, sendo somente uma passagem do tecido pelos cilindros. Entretanto, o funcionamento, ajuste de temperatura e averiguação das condições dos cilindros de aquecimento são de responsabilidade do 1º Operador.
-

8.8.1.3. Preparação do Composto de Borracha

A preparação dos compostos de borracha tem como objetivo atingir a temperatura e a plasticidade dos compostos de forma que sejam utilizados na calandragem dos tecidos têxteis e metálicos, garantindo que sejam corretamente aderidos no material reforçante. Uma vez que os compostos de borracha são fornecidos em lençóis em temperatura ambiente, são extrusados, aquecidos e cortados em tiras antes de alimentar os bancos dos rolos da calandra. Na preparação dos compostos de borracha são utilizados a extrusora de pinos, o moinho de aquecimento e o moinho alimentador.

A preparação dos compostos de borracha é de responsabilidade do 2º Operador, que é comumente auxiliado pelo 1º Operador e ocasionalmente por outros operadores que estejam disponíveis.

Assim como a preparação dos tecidos em cru, a preparação do composto de borracha tem início anteriormente ao arranque do estilo e permanece durante a calandragem, à medida que o composto vai sendo utilizado. A preparação do composto é finalizada um pouco antes do término da calandragem do estilo, quando já há em processo composto suficiente para finalizar a calandragem do estilo. Também é feita no caso de paragem de paragens prolongadas do equipamento¹⁶⁵, quando o composto de borracha precisa ser novamente preparado para estar nos parâmetros indicados. Nesses casos de paragem prolongada, o composto que estiver nos bancos deve ser também removido, pois o composto do banco inferior pode vulcanizar devido à alta temperatura e o do banco superior arrefecer e aderir aos cilindros da calandra.

¹⁶⁵ Por avaria, saída para refeições, etc.

Durante a calandragem, a realimentação do composto de borracha é feita em intervalos que variam entre 25 a 45 minutos, dependendo do tipo de material que está sendo calandrado e da velocidade de rotação da calandra. O Quadro 13 descreve as operações para a preparação dos compostos de borracha.

Quadro 13 – Operações para a preparação dos compostos de borracha.

<p>1. Extrusar composto</p>	<p>o Após serem entregues para serem utilizados na calandragem, e verificados por 2 operadores, as mesas de compostos de borracha são levadas, duas a duas, para próximo da extrusora, para dar início à preparação do composto para alimentar a calandragem. O operador coloca a ponta dos lençóis de 2 mesas de compostos na entrada do equipamento, para ter quantidade de borracha suficiente para operar os moinhos e alimentar a calandragem de forma correta. Um 2º Operador cita que:</p> <p style="text-align: center;"><i>"se for uma mesa só não tem problema, mas vai ter que colocar o moinho em velocidade muito grande" (2º Operador/Turno C).</i></p> <p>Após passar por um detetor de metal¹⁶⁶ o composto já cai diretamente na extrusora, onde é extrusado e picado pelos pinos. O composto de borracha sai da extrusora em pelotas, caindo na passadeira que transporta as pelotas até o moinho de aquecimento. Após cada alimentação da extrusora com nova mesa de composto, o 2º Operador registra no sistema o código de identificação do composto, caso ocorra algum problema com o material ou com o composto e seja preciso rastrear o material.</p>
<p>2. Aquecer e homogeneizar composto</p>	<p>e O composto em pelotas cai no moinho de aquecimento, cuja função é homogeneizar e ajustar a temperatura do composto de borracha. Finalizado o aquecimento e homogeneização do composto, o operador corta o material manualmente, utilizando uma faca, e aloca duas pontas nas passadeiras transportadoras que levam o composto em tiras até o moinho de alimentação.</p>
<p>3. Cortar e alimentar composto</p>	<p>e Saindo do moinho de aquecimento, o composto homogeneizado e aquecido é enviado para o moinho de alimentação, onde é feita a última etapa da preparação do composto de borracha. No moinho de alimentação o composto continua a ser preparado, até atingir a espessura adequada para alimentar a calandragem. A alimentação do composto de borracha a partir do moinho de alimentação é feita por meio de quatro tiras, sendo duas enviadas para formar o banco superior da calandra e 2 enviadas para formar o banco inferior. As tiras são enviadas por meio de 4 passadeiras transportadoras.</p>

¹⁶⁶ Para evitar que algum material estranho misturado ao composto possa ir para os rolos da calandra, o que danificaria os mesmos.

As tiras são cortadas longitudinalmente por facas localizadas nos cilindros do moinho. A largura das tiras são predefinidas de acordo com a receita do estilo, e controladas pelo sistema automático¹⁶⁷. Para dar início à calandragem, o operador inicia a formação dos bancos de borracha nos cilindros da calandra. Para isso, aciona as facas do moinho e corta manualmente o composto na transversal, para em seguida posicionar a ponta na passadeira. Repete a operação para as 4 tiras. A partir daí as tiras são puxadas permanentemente pela passadeira, sendo necessário que o operador atue somente no caso das tiras arrebentarem.

8.8.1.4. Preparação das Matérias-Primas Secundárias

Para além das matérias primas principais, os fios de *bleeder* também devem ser preparados de forma a serem corretamente fornecidos na calandragem de tecidos de ambos os estilos. Conforme mencionamos, os fios de *bleeders*, fornecidos enrolados em cones, devem ser aplicados em ambas as superfícies do material calandrado para identificar o estilo e auxiliarem a condução do ar na construção e vulcanização do pneu.

Para isso, são dispostos num carrinho de suporte, que ficam alocados entre a região dos rolos da calandra e dos cilindros de aquecimento durante a calandragem. Apesar do 1º Operador ser responsável pela preparação dos cones de *bleeder* no carrinho de suporte, essa operação é geralmente feita pelos operadores que estejam disponíveis, em geral, o operador do *let-off* ou pelos operadores subcontratados ou do *creel*.

A preparação dos fios de *bleeder* tem início anteriormente ao arranque do estilo e permanece durante a calandragem, à medida que vão sendo utilizados. O Quadro 14 descreve as operações para a preparação dos fios de *bleeder*.

Quadro 14 – Operações para a preparação dos fios de *bleeder*.

1. Organizar os cones	Antes do arranque do estilo, os cones de <i>bleeders</i> , que ficam armazenados na sala do <i>creel</i> , são trazidos para a região da calandra, onde são alocados num carrinho com pinos para suporte dos cones. Os cones são dispostos de acordo com o lado do tecido a qual são aplicados e a posição correta onde devem ser aplicados os fios coloridos ¹⁶⁸ .
2. Guiar os fios	Após os cones estarem organizados no carrinho, os operadores passam os fios pelos furos de uma régua guia afixada na estrutura, que

¹⁶⁷ Caso necessário, os operadores podem alterar a largura das tiras atuando nas botoneiras do painel de comando do moinho que controlam a posição das facas.

¹⁶⁸ Conforme Especificação exemplificada na página 10 do Anexo 3.

tem a função de manter o alinhamento dos fios na superfície do tecido. Após estarem devidamente preparados, aguarda-se o arranque do estilo para iniciar a aplicação do *bleeder* no material calandrado.

8.8.2. CALANDRAGEM

A segunda etapa do processo da calandragem consiste na aplicação e adesão do composto de borracha no material reforçante¹⁶⁹. As operações são realizadas principalmente na região onde se localizam os 4 rolos da calandra, na região de aplicação dos *bleeders* e nos cilindros de arrefecimento.

As operações principais da etapa da calandragem são: impregnação do composto de borracha no material reforçante, corte de extremos, aplicação dos *bleeders* e arrefecimento do tecido calandrado. O controlo das variáveis dos rolos da calandra é de responsabilidade do 1º Operador. Outros operadores também auxiliam nas operações, principalmente no corte de extremos e na aplicação dos *bleeders*.

A calandragem divide-se em dois momentos:

- *Arranque do estilo ou início da corrida*: constitui a fase inicial do processo, na qual tem início a impregnação do composto no material reforçante e são feitos os ajustes necessários no equipamento, até que se atinja os valores especificados para o material calandrado e o processo seja considerado estável. Nessa fase, o equipamento é operado a baixas velocidades, para que todos os ajustes sejam feitos com o mínimo de perda de material. Trata-se de uma fase crítica do processo de calandragem, quando diversos operadores se mobilizam em força-tarefa para proceder o arranque com a maior agilidade possível, otimizando o rendimento da calandragem e minimizando a produção de *scrap*.
- *Corrida ou controlo do processo*: após a estabilização do processo, em que as operações visam manter as variáveis do processo sob controlo e manter a alimentação das matérias-primas¹⁷⁰. Nessa fase, a calandra já é operada nas velocidades máximas nominais, de acordo com o estilo em processamento e das condições do equipamento.

¹⁶⁹ Conforme mencionamos, utilizamos aqui a mesma nomenclatura apresentada nos documentos da Empresa, e portanto, denominamos a segunda etapa do processo completo da calandragem, também como calandragem.

¹⁷⁰ Iremos, mais à frente, retomar essa divisão da calandragem em dois momentos, analisando-a de forma mais detalhada, a partir do que observamos em campo.

O tempo da calandragem varia conforme o estilo e a quantidade determinada na Ordem de Produção. A calandragem de um *cree*/inteiro pode chegar a até 12 horas de processamento, com a produção de 86 rolos de tecido calandrado. Já para os tecidos têxteis, a calandragem de um rolo de tecido têxtil em cru leva cerca de 45 minutos, com um rendimento de 3 ou 4 rolos de tecido calandrado.

O Quadro 15 descreve as operações da etapa da calandragem.

Quadro 15 – Operações para a calandragem.

<p>1. Impregnar o Composto de Borracha no Material Reforçante</p>	<p>Após as matérias-primas estarem devidamente preparadas, tem início o arranque do processo, e o material reforçante passa por entre os rolos da calandra, onde é feita a impregnação do composto de borracha.</p> <p>O 1º Operador regista no sistema o número da receita do produto que será processado e o número de rolos programados para serem produzidos. Faz ainda os ajustes necessários nos rolos – <i>gap</i>, <i>cross axis</i> e <i>bending</i>, atuando no painel do sistema.</p> <p>No caso de tecidos em estilo metálico, o 1º Operador deve registar no sistema que se trata do primeiro rolo de material calandrado¹⁷¹.</p> <p>Durante toda a calandragem, o controlo do banco de composto visando a correta impregnação do composto é uma das operações mais críticas, responsabilidade do 2º Operador e também do 1º Operador. Dois ecrãs posicionados próximo aos cilindros da calandra facilitam o controlo dos bancos de composto, transmitindo as imagens de câmaras posicionadas nos bancos superior e inferior da calandra.</p>
<p>2. Cortar os Extremos</p>	<p>Após a impregnação do composto no material reforçante, é feito o corte de extremos, ou seja, da retirada do excesso de composto de borracha das duas bordas longitudinais do tecido calandrado. A ausência de extremo no tecido calandrado é um parâmetro de qualidade muito importante¹⁷², principalmente no estilo metálico, que deve ter uma borda estreita de composto de borracha, conforme mostramos no Anexo 10.</p> <p>O corte dos extremos é feito por facas que são ajustadas manualmente pelo 1º Operador.</p>

¹⁷¹ Para alertar aos operadores do Corte para estarem atentos à qualidade do material, pois de acordo com o relato do operador:

"isso para estarem atentos, pois algo pode estar mal..." (Operador do Wind-up/Turno E).

A informação é impressa na etiqueta que acompanha o rolo de tecido calandrado.

¹⁷² A importância da remoção dos extremos está diretamente relacionada com a qualidade do material. Conforme vários relatos dos operadores, que afirmam que:

"o extremo é o principal" (1º Operador/Turno C).

"é o veneno do metálico" (2º Operador/Turno C).

"não pode ir extremo... extremo nenhum..." (1º Operador/Turno E).

A presença de extremos interfere na etapa de Corte e também de Construção do Pneu. Caso o material calandrado tenha extremos, eles devem ser retirados na etapa seguinte da produção, quando é feito o corte do material. Um operador relata que:

"um extremo se for para o corte dá muito trabalho" (2º Operador/Turno C).

Já na fase de Construção do Pneu, o excesso de composto de borracha na borda, a presença de extremo impede que o material seja corretamente sobreposto e emendado, conforme explica um operador:

"uma emenda mal feita pode fazer um pneu ir para o lixo" (Operador do Let-off/Turno C).

Na calandragem de tecidos têxteis as facas de corte de extremos ficam localizadas nos cilindros da calandra. No início do arranque do estilo, durante a passagem da emenda por entre os cilindros da calandra, as facas devem ser levantadas para não serem danificadas.

Após a passagem da emenda, as facas são novamente posicionadas nos rolos, e ajustadas para o corte correto dos extremos. As tiras dos extremos cortadas são reenviadas diretamente para o banco da calandra.

Já nos tecidos metálicos os extremos são cortados a jusante¹⁷³, após a saída do material dos 4 rolos da calandra, pois o corte deve ser feito a frio. No início da corrida, as facas são posicionadas e ajustadas manualmente pelo 1º Operador. Nesse caso, as tiras de extremos são cortadas e colocadas em passadeiras transportadoras e retornam para o moinho de aquecimento, onde se misturam ao composto que está a ser preparado, são novamente homogeneizadas e aquecidas, e enviadas ao moinho de alimentação. Na troca entre estilos, as facas devem ser removidas da posição de corte.

O corte de extremos permanece durante todo o processo de calandragem, à medida que o tecido vai sendo puxado pelo equipamento.

No caso de incorreta ou incompleta retirada de extremos, deve ser registada uma ocorrência no sistema de controlo do equipamento.

3. Aplicar os Bleeders

Durante o arranque do estilo, logo após o corte dos extremos, o tecido passa pela região de aplicação dos *bleeders*. Logo após a passagem do tecido os operadores posicionam os *bleeders*, já devidamente arrumados na estante, na superfície do tecido calandrado, que é aderido na borracha ainda quente. À medida que o tecido vai sendo puxado pelo equipamento, os fios de *bleeder* são desenrolados¹⁷⁴.

Ainda na fase de arranque, após o ajuste manual das variáveis do equipamento, do corte dos extremos e da aplicação dos *bleeders*, o 1º Operador aciona o sistema FAG para controlo automático do processo.

4. Arrefecer o tecido calandrado

Após ter sido feita a adesão do composto, removidos os extremos e aplicado os *bleeders*, o tecido já calandrado passa pelos cilindros de arrefecimento. Não há nenhuma ação direta dos operadores prevista nessa etapa. Entretanto, o correto funcionamento, ajuste de temperatura e averiguação das condições dos cilindros de arrefecimento são de responsabilidade do 1º Operador e do 2º Operador.

¹⁷³ Numa estrutura de suporte da máquina, por onde o tecido passa verticalmente. As facas ficam localizadas nas laterais da estrutura, onde há também duas passadeiras transportadoras que levam os extremos cortados até o moinho de aquecimento.

¹⁷⁴ Na calandragem de tecidos têxteis com nylon, não são aplicados *bleeders* de condução de ar, somente os *bleeders* de identificação, em zigzague. Para remover possíveis bolhas de ar formadas durante a adesão do composto no material reforçante, o material passa por um rolo picador, localizado na região onde são aplicados os *bleeders*, onde é perfurado por diversas agulhas do rolo. Quando é feita a calandragem de tecidos em nylon, os operadores devem acionar o rolo picador.

8.8.3. ENROLAMENTO, CORTE E ARMAZENAGEM DO TECIDO CALANDRADO

Após a preparação das matérias-primas e a etapa de calandragem propriamente dita, o tecido calandrado passa pela última etapa do processo, na qual é enrolado, cortado e armazenado para a cura/arrefecimento. Em seguida, o tecido calandrado fica disponível para a ser utilizado no processo de Corte.

O enrolamento, corte e armazenagem do tecido calandrado é feito no *wind-up* e no *paternoster*, e é de responsabilidade do Operador do *Wind-up*. O enrolamento, corte e armazenagem do tecido calandrado ocorre ininterruptamente durante a calandragem, e as operações são feitas de forma simultânea, pois enquanto um rolo de tecido está sendo enrolado, o operador prepara o outro *winder* para dar início ao enrolamento de um novo rolo, alocando um rolo de *liner* e uma caneleira na estação, e transporta o rolo que já foi enrolado anteriormente para o *paternoster*.

Cada rolo de tecido demora cerca de 8 a 11 minutos para ser enrolado. Isso varia conforme a metragem do *liner* que está sendo utilizado, a velocidade de operação da calandra e o tipo de tecido em produção¹⁷⁵.

O Quadro 16 descreve as operações realizadas no enrolamento, corte e armazenagem dos rolos de tecido calandrados.

Quadro 16 – Operações para o enrolamento, corte e armazenagem dos tecidos calandrados.

1. Enrolar o tecido calandrado	<p>O tecido calandrado é enrolado juntamente com um <i>liner</i>, de forma a evitar que as suas camadas colem umas nas outras.</p> <p>Antes de iniciar o enrolamento do tecido calandrado, o operador enrola um pedaço no <i>liner</i> (alocado na manga do <i>liner</i>) na caneleira vazia (alocada na manga do enrolamento) até que ele esteja engatado na caneleira.</p> <p>Em seguida o Operador do <i>Wind-up</i> posiciona a ponta do tecido calandrado na caneleira, atentando à centragem do tecido, e inicia o enrolamento.</p> <p>Enquanto o tecido está sendo enrolado num <i>winder</i>, é feita a preparação do outro <i>winder</i> para que seja enrolado um novo rolo. Após a manga ser desativada, uma alavanca retira o rolo da posição de enrolamento, e o coloca na parte da frente do <i>winder</i>. Em seguida, busca a caneleira vazia e a posiciona na manga de enrolamento. Finalizada a troca das posições o operador posiciona o rolo de <i>liner</i> na posição de desenrolamento utilizando o guincho garibaldi e o prende na estação acionando a manga.</p>
---------------------------------------	---

¹⁷⁵ Os tecidos de maior espessura demandam menos tempo para serem enrolados devido ao facto de atingirem o diâmetro máximo permitido para o rolo.

Um dos pontos críticos do enrolamento do tecido é o controlo das tensões da manga de enrolamento do tecido e da manga de desenrolamento do *liner*¹⁷⁶.

Outro ponto crítico do enrolamento é a centragem do tecido.

2. Cortar o rolo

Cortar o tecido enrolado de forma a finalizar o rolo para que seja enviado para a armazenagem.

Quando o rolo atinge a metragem definida, quando atinge o diâmetro máximo, ou quando o rolo do *liner* em utilização acaba, o tecido é cortado transversalmente. O corte também é feito para retirar a emenda do material calandrado com *liner* de enfiamento quando é feita a troca entre estilos¹⁷⁷.

O corte transversal do tecido é feito por uma faca ionizada, acionada por um motor. O corte pode ser feito em modo automático (a faca é acionada automaticamente quando o comprimento do tecido enrolado atinge o valor nominal definido) ou em modo manual (o operador deve acionar a faca através do painel de comando do *wind-up*).

Finalizado o corte, o operador faz a troca entre os *winders*, e o enrolamento de um novo rolo é iniciado.

Assim que é iniciado o corte, o sistema acumulador é acionado, de forma que o operador tenha tempo hábil para fazer o corte, trocar o *winder* em operação e iniciar o enrolamento de um novo rolo.

3. Armazenar o rolo

Após terem sido cortados, os rolos de tecido calandrado são alocados no *paternoster*, de forma que eles sejam arrefecidos e passem pelo processo de cura.

A retirada do rolo do *wind-up* e sua alocação no carrinho do *paternoster* demora cerca de 4 a 5 minutos.

A armazenagem é feita ao longo de toda a calandragem, à medida que os rolos vão sendo enrolados e cortados.

Assim que o rolo de tecido calandrado foi cortado transversalmente, o operador solta a manga de enrolamento e retira o rolo da estação com guincho garibaldi. Em seguida, com o rolo ainda suspenso pelo guincho, o operador amarra o rolo com uma tira de plástico, para que ele não desenrole, imprime a etiqueta de identificação e a cola no rolo.

O operador posiciona o rolo no carrinho do *paternoster*, utilizando o guincho garibaldi, e atua no painel de comando, localizado na grade do *paternoster*, escolhendo entre as opções de armazenagem.

8.8.4. OPERAÇÕES PARA A TROCA ENTRE ESTILOS

Dois momentos são considerados como críticos no processo da calandragem: o arranque do estilo e a troca entre estilos (podendo ser de estilo têxtil para metálico, de estilo metálico para têxtil, de

¹⁷⁶ A tensão de desenrolamento do *liner* para estilos metálicos é de +0,5 e para estilos têxteis +0,7. Já a tensão de enrolamento do tecido calandrado é de +0,3 para estilos metálicos e +1,5 para estilos têxteis. Sempre que houver troca entre estilos ou se constatare alguma anomalia, o operador verifica os valores de tensão das mangas de desenrolamento do *liner* e de enrolamento do tecido, alterando o valor nominal no painel de comando do *wind-up* em função do estilo em processamento

¹⁷⁷ Nesse caso, o *liner* de enfiamento é enviado para o *let-off* para ser novamente utilizado.

estilo têxtil para têxtil ou de estilo metálico para metálico). A sua criticidade está ligada diretamente à necessidade de coordenar as diversas operações necessárias nesses momentos.

Após o término da produção da quantidade de rolos definida para um determinado tipo de produto é feita a troca de estilo. A troca de estilo envolve diversas operações necessárias para que se inicie a calandragem de um outro produto, ou seja, é o *set-up* do equipamento.

A troca de estilos pode ser feita entre produtos de diferentes estilos e, logo, empregam diferentes materiais reforçantes (de têxtil para metálico ou de metálico para têxtil), ou ainda para um mesmo estilo de material (de têxtil para têxtil ou de metálico para metálico).

A troca entre estilos é descrita e detalhada no documento *Método de Trabalho - Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico*, conforme mostrado no Anexo 6. Descrevemos a seguir as operações necessárias para fazer a troca entre cada tipo de estilo. Em seguida, descrevemos as operações que são comuns a todas as trocas de estilo.

- *Têxtil para Têxtil*

As operações necessárias para fazer a troca entre dois tipos de tecido têxtil são semelhantes aquelas feitas no processo de emenda de rolos de tecido em cru. O rolo do tecido que entrará em processo é emendado no fim do rolo em processamento. A troca entre estilos têxteis pode ocorrer com ou sem substituição do composto de borracha, em função dos tipos de tecido.

- *Têxtil para Metálico*

Na troca entre um tecido têxtil para um tecido metálico são utilizados dois *liners* de enfiamento. O primeiro *liner* de enfiamento é emendado no tecido têxtil em processamento, e puxado até com o tecido têxtil calandrado seja completamente enrolado no *wind-up*. O primeiro *liner* de enfiamento fica a marcar o passamento do equipamento desde o *let-off* até o *wind-up*.

Em seguida, é feita, a emenda do primeiro *liner* de enfiamento com o segundo *liner* de enfiamento, que são puxados até que a emenda chegue à zona dos cilindros da calandra. Ali, a emenda entre os dois *liners* de enfiamento é removida, e as cordas metálicas são engatadas no primeiro *liner* de enfiamento.

O primeiro *liner* de enfiamento é utilizado para início ao arranque do estilo metálico, ao puxar as cordas metálicas, que recebem o composto de borracha ao passar pelos rolos da calandra. O *liner*

de enfiamento é enrolado no *wind-up*, até que o engate com o tecido calandrado chegue no *wind-up*. No *wind-up* o engate entre o tecido calandrado e o *liner* de enfiamento é removido pelo operador, que dá início ao enrolamento do tecido metálico.

O segundo *liner* de enfiamento é preso num rolo situado na parte inferior dos cilindros da calandra, onde fica em repouso até o final da calandragem do estilo metálico, quando é preso no final das cordas metálicas, para terminar a calandragem do estilo. O segundo *liner* de enfiamento em seguida é utilizado para iniciar o arranque de um outro produto.

- *Metálico para Têxtil*

A troca entre um produto em estilo metálico para um produto em estilo têxtil é feita utilizando o *liner* de enfiamento que fica na calandra quando é feita a calandragem de tecidos metálicos (segundo *liner* de enfiamento).

Conforme descrito acima, no término da calandragem de tecidos metálicos, as pontas das cordas metálicas são amarradas no segundo *liner* de enfiamento. Para tal, para-se a calandra e as cordas metálicas são cortadas com um serrote elétrico e o pente é solto do suporte de calandra. As pontas das cordas do lado da calandra são amarradas em quatro chumaços e presas com fita adesiva. O pente é retirado e as cordas em chumaços são amarradas no *liner* de enfiamento com um nó.

A partir daí, a calandra é novamente ligada, para que o tecido metálico já processado puxe o *liner*, fazendo o passamento do mesmo ao longo do equipamento.

Finalizado o enrolamento do tecido metálico, o *liner* de enfiamento permanece no equipamento. O fim do *liner* de enfiamento que se encontra no *let-off* é emendado no rolo de tecido têxtil que será processado a seguir.

- *Metálico para Metálico*¹⁷⁸

A troca entre um estilo metálico para outro tecido metálico é feita através da mudança do *creel* em operação. Nesse caso, quando o tecido em calandragem está sendo finalizado, suas cordas são amarradas diretamente nas cordas metálicas do novo tecido a calandrar, não sendo utilizado o *liner* de enfiamento.

¹⁷⁸ Segundo relato dos operadores, é uma troca pouco comum. Ela não foi observada em nenhum dia de recolha de dados, e a descrição que fazemos das operações tem como referência somente os documentos da Empresa.

Para fazer a amarração das cordas, para-se a calandra, e o pente é solto do suporte da calandra. Em seguida as cordas do material em processamento são amarradas em chumaços e cortadas utilizando serrote elétrico e o pente é retirado. Em seguida puxa-se as cordas metálicas do novo tecido a calandrar, juntamente do pente metálico. Faz-se chumaços a jusante do pente nas cordas a entrar em processamento, amarrando-as com nós nos chumaços das cordas já em processo. Em seguida prende-se o pente no suporte da calandra, liga-se a calandra e realiza-se as operações de arranque do estilo metálico.

Na troca entre dois produtos metálicos não é necessário fazer a troca de composto de borracha.

- *Outras Operações para a Troca entre Estilos*

- Troca do composto de borracha/remoção dos excedentes de composto de borracha: na troca entre estilos, os compostos de borracha excedentes devem ser retirados dos bancos superior e inferior da calandra, sendo novamente enviados para a etapa de Misturação. Um operador explica que:

"a borracha está boa ainda, vai para refinar de novo" (2º Operador/Turno A).

Já os compostos que tenham ficado nos moinhos são cortadas pelo 2º Operador e colocadas em estantes localizadas próximas aos moinhos para serem usadas na próxima calandragem que utilizar tal composto. Pelotas de borracha que tenham caído no chão na saída da extrusora e na zona do moinho de aquecimento também são recolhidas pelo 2º Operador e enviadas para serem refinadas.

Na troca entre estilos que envolva troca de compostos, os compostos de borracha que tenham sobrado sem serem utilizados devem ser retirados dos equipamentos acessórios, assim como dos bancos da calandra. Para acessar os bancos da calandra é utilizada uma escada do tipo marinho localizada na lateral dos cilindros da calandra.

- Substituição dos *bleeders*: assim que o material em processamento é finalizado, os operadores arrebatam os fios de *bleeder* que estão sendo aplicados no tecido calandrado. Os cones dos *bleeders* que não serão utilizados no estilo seguinte são removidos da estante, substituídos pelos novos cones com as cores indicativas do novo estilo a calandrar.

- Alteração da receita e dos parâmetros de processo: sempre que ocorre a troca entre produtos calandrados, o 1º Operador deve introduzir no sistema os dados da nova receita do tecido a calandar e fazer o ajuste dos parâmetros de processo.

8.8.5. OPERAÇÕES PARA O ARRANQUE DO ESTILO

O “arranque do estilo” consiste no momento que um novo produto entra em processamento até o momento em que o processo é considerado estável. Para fazer o arranque do estilo, a calandra deve estar preparada para processar aquele produto, ou seja, a receita já esteja indicada no sistema e as matérias-primas devem estar preparadas e disponíveis para iniciar o processo.

Inicia-se o arranque com os rolos em baixa velocidade de rotação, geralmente 6 m/min, e é feita a primeira impregnação de borracha no material reforçante. À medida que as variáveis são controladas, aumenta-se a velocidade de rotação dos rolos gradualmente até a estabilização do processo. Quando o 1º Operador considera que o processo já se encontra estabilizado, o arranque é finalizado, e a calandragem é mantida em velocidade constante, que pode chegar ao valor máximo nominal de 55 m/min para os tecidos têxteis e 45 m/min para os tecidos metálicos.

Para um 2º Operador, o arranque da máquina é o momento de maior dificuldade:

“A maior dificuldade é o arranque da máquina, para dar muita ou pouca borracha, e fazer a mudança de tecido, para coordenar a quantidade de tecido e de borracha... depois de andar é só mesmo controlar, mais nada” (2º Operador/Turno A).

O arranque do estilo metálico é considerado pelos operadores como sendo mais trabalhoso do que o arranque do estilo têxtil, pois têm mais operações a fazer.

8.9. Manutenção e Limpeza da Calandra de 4 Rolos

Para além das operações do processo de produção, a calandra também passa por operações de limpezas e manutenções, fundamentais para o seu bom funcionamento.

A manutenção da calandra de 4 rolos é de responsabilidade da Direção de Engenharia. A calandra passa por manutenções preventivas programadas a cada 15 dias, ocorrendo sempre às quartas-feiras, no horário do Turno Administrativo. Quando a calandra encontra-se em manutenção preventiva, a produção é paralisada, ficando o equipamento, durante praticamente todo o turno, dedicado à equipa de manutenção, assim como à equipa de limpeza. Duas equipas de

manutenção preventiva se alternam, rodiziando entre todos os equipamentos do setor que estão sob suas responsabilidades. Cada equipa é composta por 3 técnicos e engenheiros mecânicos e elétricos, que laboram no horário do Turno Administrativo. Os reparos a serem feitos são programados mensalmente pela equipa de Engenharia, a partir das necessidades verificadas e das rotinas de manutenção previamente estabelecidas.

Já as manutenções corretivas são feitas quando a calandra não está a funcionar corretamente ou apresenta algum problema de maior gravidade, que impossibilite o seu funcionamento. Nesses casos, a equipa de manutenção de turno é responsável pela manutenção, sendo esta acionada diretamente pelos operadores da calandra.

A manutenção de alguns equipamentos e sistemas constituintes da calandra é feita por empresas subcontratadas, como é o caso dos robôs do *creel*. Algumas manutenções específicas são feitas anualmente, em épocas de interrupção mais prolongada da produção, visto que demandam maior tempo para sua execução.

As limpezas da calandra de 4 rolos são feitas semanalmente. Assim como ocorre com os outros equipamentos da unidade fabril, estão sob a responsabilidade do Programa TPM¹⁷⁹ da Empresa, alocado na Direção de Engenharia Industrial. As limpezas são feitas por uma equipa de uma empresa subcontratada, dedicada à cedência de mão de obra.

A equipa dedicada à limpeza da calandra de 4 rolos realiza as limpezas de todos os equipamentos do Departamento II/Quente. É formada geralmente por quatro operadores, que são coordenados por um encarregado da empresa subcontratada, e um supervisor da Empresa responsável por fazer a gestão do contrato e garantir que o serviço prestado está a ser corretamente executado. O supervisor fornece aos operadores da limpeza um *check-list* com as tarefas a serem executadas, acompanha a realização e avalia a qualidade das mesmas. As limpezas feitas pelos operadores

¹⁷⁹ TPM – *Total Productive Maintenance*, ou Manutenção Produtiva Total, é um programa de manutenção exaustivo, que enquadra-se na filosofia japonesa de produção, mais especificamente num de seus componentes: a melhoria contínua (*kaisen*). O TPM consiste num programa de manutenção dos equipamentos de trabalho que visa obter simultaneamente, o aumento da produção e uma melhoria na moral dos trabalhadores e na sua satisfação com o trabalho (Sun, Yan e Wai-Keung, 2003). A ideia em que baseia-se é de deixar de considerar a manutenção como uma atividade não lucrativa e passar a encará-la como um componente necessário e vital do negócio. Assim, o tempo utilizado para a manutenção deve ser contabilizado como parte integrante do tempo de produção, com o objetivo de reduzir ao mínimo os tempos perdidos com paragens não programadas ou de emergência (Yamashina, 1995).

Na Empresa, o Programa TPM estrutura-se em 4 pilares: formação, manutenção preventiva, inspeções à máquina e projetos de melhoria. O Programa encontra-se sob a responsabilidade da DEI, sendo formado por equipas multidisciplinares, compostas por grupos locais e uma equipa de coordenação e gestão. Os grupos locais são formados pelos operadores do chão de fábrica, sendo um desses o líder do grupo. Na calandra de 4 rolos, o líder do grupo local da calandra são os 1º Operadores. Já a equipa de gestão do programa, formada por membros da DEI, é composta por um coordenador responsável pelo Programa, 3 “facilitadores”, que fazem a intermediação da gestão do programa com os grupos locais, além de supervisores responsáveis pela gestão da limpeza dos equipamentos.

da empresa subcontratada incluem: os rolos e cilindros dos diversos sistemas e equipamentos acessórios, limpeza das passadeiras transportadoras, superfícies diversas, entre outros. No Anexo 11 apresentamos o *check-list* com as tarefas da equipa de limpeza. As limpezas também são feitas semanalmente, também às quartas-feiras, no horário do Turno Administrativo.

Nas semanas em que a limpeza coincide com a manutenção preventiva, prioriza-se as limpezas que só podem ser realizadas com a máquina com a produção paralisada, como, por exemplo: limpeza dos rolos, limpeza dos cilindros e da região interna dos acumuladores, limpeza dos cilindros de aquecimento, limpeza do fosso, entre outros. Nas semanas em que a produção está a decorrer normalmente, são feitas as limpezas de superfícies, caixas e motores diversos.

Os operadores de produção da calandragem também são responsáveis por limpezas de rotina e pequenas manutenções no equipamento. Essas limpezas e pequenas manutenções também estão associadas ao Programa TPM da Empresa. Segundo o relato de um operador de produção:

"Tem coisas na máquina para fazer todo dia... em todos os 3 turnos..." (1º Operador/Turno C).

Breve Síntese do Capítulo

Iniciamos o capítulo fazendo uma caracterização geral da Empresa na qual decorreu a etapa de campo da investigação. Citamos a sua constituição histórica, assim como o momento em que nos inserimos na mesma, quando decorria um projeto de expansão da unidade, com a instalação de dois novos equipamentos industriais. Descrevemos o processo produtivo da fabricação de pneus, assim como a sua divisão em Departamentos da Empresa.

Em seguida, centramo-nos no artefacto que constituiu o foco da investigação: a calandra de 4 rolos em operação na unidade. Apresentamos os tipos de produtos fabricados, as matérias-primas empregadas, o equipamento e suas principais partes constituintes. Em seguida, ressaltamos o processo de calandragem e descrevemos as suas principais operações.

CAPÍTULO 9. FASE 1: A CONSTRUÇÃO DAS BASES DA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO

"Tudo o que não puder contar como fez, não faça"
Immanuel Kant

Neste Capítulo, descrevemos a primeira fase da investigação de campo, centrada na construção das bases da investigação-ação. Iniciada em março de 2010, decorreu até novembro de 2010. Nesse período, fizemos contatos por email e realizamos cerca de 7 reuniões na Empresa, que contaram com a participação de um conjunto de diferentes atores. Ao longo do capítulo, narramos desde o início de nossa busca por uma empresa até quando se deu a escolha do equipamento que constituiu nosso objeto de estudo: a nova calandra de 4 rolos. Descrevemos os pontos centrais das negociações feitas para a realização da investigação e finalizamos descrevendo o cenário em que nos encontrávamos quando foi finalizada esta fase, no qual tínhamos as condições propícias para o seu desenvolvimento. Além de narrarmos como fomos construindo a trajetória metodológica, ao longo do capítulo, apresentamos algumas reflexões sobre aquilo que vivenciamos.

9.1. A Busca por um Campo de Estudo

Uma vez que tínhamos como objetivo central agir sobre uma realidade e modificá-la, nosso objeto de estudo deveria ser definido a partir da possibilidade real de intervir sobre ele. Pretendíamos atuar num projeto de conceção, reconceção ou adaptação de um artefacto de trabalho, fosse ele um equipamento, uma ferramenta ou um posto de trabalho, e por isso precisávamos estar em contato direto com aqueles responsáveis pelo projeto, acompanhando as suas decisões em tempo real. Almejávamos, enquanto ergonomistas, trazer o ponto de vista da atividade de trabalho, atuando conjuntamente dos projetistas na elaboração de soluções para os problemas identificados. A partir disso, partimos para a busca de uma empresa na qual a investigação de campo pudesse ser desenvolvida. Aproveitamos contatos previamente firmados em cooperações semelhantes estabelecidas entre empresas e nossa equipa de investigação da Universidade do Minho.

Nessa busca, estabelecemos um primeiro contato com o Diretor responsável pela Segurança do Trabalho, nomeadamente a Direção de Segurança Industrial e Ambiente – DSIA, da Empresa, de forma a avaliar a possibilidade de desenvolvermos ali a nossa investigação. O Diretor mostrou-se disposto a receber e colaborar com a investigação, tendo as primeiras negociações feitas no mês de março de 2010. Os primeiros contatos foram feitos por email, além de ter sido realizada uma “reunião de arranque”, na qual participaram o Diretor da Empresa e um dos orientadores da

investigação. Entendíamos que esta poderia ser um potencial campo, visto se tratar de uma empresa de grande porte, havendo portanto, possibilidades de que algum projeto que envolvesse a modificação de seus meios de produção estivesse a decorrer naquele momento.

Após iniciados os contatos, o Diretor da DSIA solicitou que apresentássemos uma proposta dos trabalhos a serem desenvolvidos para que a investigação fosse formalizada. Assim, foi elaborada e apresentada à Empresa uma Proposta de Cooperação em Projeto de Investigação. Em tal documento, apresentado no Anexo 12, explicitamos os principais pontos da Cooperação, identificando os objetivos a serem alcançados e as etapas previstas para a investigação de campo. Tratou-se de uma proposta genérica de cooperação, que ressaltava os contributos possíveis da incorporação da Ergonomia de Conceção para os projetos, e citava quais eram as condições necessárias para o desenvolvimento da investigação.

Finalizados os primeiros contatos e o aceite da Proposta de Cooperação, iniciamos as visitas à Empresa. Foram realizadas reuniões e conversas informais com o Diretor e outros membros da DSIA, além da consulta de documentos, dos quais recolhemos dados gerais sobre a Empresa e sobre a população trabalhadora. Também foi-nos facultados relatórios de estudos já realizados na Empresa relacionados com a Ergonomia, e fizemos uma primeira visita à unidade fabril, para conhecer o processo produtivo da fabricação de pneus.

9.2. A Busca por um Objeto de Investigação

Apesar dos objetivos da investigação já estarem delineados na Proposta de Cooperação, precisávamos ainda buscar um possível objeto no qual a investigação pudesse se debruçar. Tínhamos em mente que a definição de tal objeto deveria ser feita conjuntamente com os representantes da Empresa, a partir da discussão das possibilidades de enquadramento da investigação assim como mediante os interesses das partes envolvidas. A necessidade de participarmos do projeto e de agir sobre o mesmo foi destacada ao longo de toda a nossa negociação. Contudo, estávamos cientes do risco de não haver na Empresa um projeto em desenvolvimento no qual pudéssemos participar, ou ainda que os responsáveis pelo projeto não aceitassem o nosso envolvimento.

Assim, iniciamos uma fase exploratória de busca por um objeto de investigação, focada em identificar projetos que estivessem a decorrer na Empresa e que pudéssemos articular a nossa

investigação. Diversas reuniões e conversas informais foram realizadas com os membros da DSIA, tendo algumas delas contado com a participação do orientador da investigação.

Numa dessas reuniões foi mencionado um projeto de investigação que se encontrava em andamento sobre a coordenação da DSIA. O projeto possuía pressupostos semelhantes daquele que pretendíamos desenvolver, apesar de objetivos distintos (especificamente focados na Segurança do Trabalho e na formação dos operadores). Visto que o mesmo encontrava-se em fase avançada de desenvolvimento e contava com a colaboração de investigadores de uma outra universidade, descartamos a hipótese de associar a nossa investigação a esse projeto¹⁸⁰. Para além desse, não identificamos na ocasião, nenhuma outra oportunidade dentro da DSIA para acolher nossa investigação. Continuamos, entretanto, a buscar, na Empresa, um objeto de investigação.

9.2.1. A AMPLIAÇÃO DA UNIDADE FABRIL

Numa conversa informal com o Diretor da DSIA, foi mencionado que a unidade teria em breve a sua capacidade produtiva aumentada, e que um projeto de expansão estava a decorrer na Empresa. Foi-nos informado que tal projeto de expansão, iniciado em 2009, tinha como objetivo ampliar a capacidade produtiva da unidade em 20%, passando de uma produção de 50.000 pneus/dia para 60.000 pneus/dia, além de uma diversificação do seu portefólio de produtos.

Cogitamos se esse poderia ser um possível objeto para a nossa investigação, e solicitamos mais informações acerca de tal projeto. Foi-nos informado pelo Diretor da DSIA que esse estava sob a responsabilidade da Direção de Engenharia – DE, e centrava-se na instalação de dois equipamentos industriais¹⁸¹, utilizados em etapas intermediárias da produção de pneus: 1 extrusora de pisos (extrusora *triplex*) e 1 calandra de 4 rolos. Entendemos, portanto, que esta era uma possibilidade de enquadramento da nossa investigação.

9.2.2. A “MIGRAÇÃO” PARA A DIREÇÃO DE ENGENHARIA

Uma vez que o projeto de ampliação da unidade fabril e a instalação dos novos equipamentos estava sendo conduzido dentro da Empresa sob responsabilidade da DE, seria preciso que os seus responsáveis concordassem em receber a investigação. O projeto encontrava-se a cargo de um

¹⁸⁰ Tal projeto de investigação encontra-se descrito em publicações científicas, tais como, Vasconcelos (2008) e Vasconcelos, Duarte e Moreira (2010).

¹⁸¹ Conforme o contexto descrito no Capítulo 8.

Engenheiro de Projeto da Empresa, alocado na Divisão de Projetos da DE. O Diretor da DSIA se disponibilizou a intermediar e negociar a realização da investigação com a DE.

Dessa forma, iniciamos uma série de reuniões que contaram com a participação do Engenheiro de Projeto, do Diretor e de outros membros da DSIA, assim como, ocasionalmente, dos orientadores da investigação. Nessas reuniões, objetivávamos conhecer melhor o projeto de expansão da unidade, assim como esclarecer os objetivos e os interesses da investigação. Mas também desejávamos avaliar as possibilidades concretas de nos integrarmos na equipa responsável pelo projeto e de propor alterações no mesmo. Ao longo das reuniões, diversos pontos a respeito do projeto foram sendo explicitados, o que nos ajudou a compreender o contexto no qual se desenvolvia e a avaliar a pertinência de nos inserimos à ele.

9.2.3. OS EQUIPAMENTOS E A SUA MODERNIZAÇÃO

Ao longo dessas reuniões, foi-nos informado que os equipamentos a serem instalados na unidade seriam trazidos de uma unidade fabril do mesmo grupo, e que tivera as suas operações interrompidas. Ou seja, tratavam-se portanto de equipamentos antigos que estavam anteriormente em operação. Foi-nos informado que no processo de transferência e instalação dos equipamentos, eles passariam por uma reforma, ou conforme citado pelo Engenheiro de Projeto, seriam “modernizados”. Os equipamentos seriam desmontados na unidade de origem, e montados na unidade portuguesa. Nessa transferência, algumas de suas partes seriam aproveitadas, outros sistemas seriam renovados e outros substituídos. Soubemos ainda que estavam previstas modificações visando atender a alguns padrões e normas.

Além disso, foi-nos informado que havia possibilidade de serem feitas outras modificações em tais equipamentos e que, portanto, poderíamos propor novas alterações. Entendemos que havia uma real possibilidade de associar nossa investigação a tal projeto.

9.2.4. A EXISTÊNCIA DE SITUAÇÕES DE REFERÊNCIA

Como planeamos utilizar o método da AAF (Daniellou, 2004, 2007), precisaríamos recorrer à análises de situações de referência (Daniellou, 2007; De Keyser, 1992), através das quais pudéssemos antecipar situações futuras de uso, ou seja, de buscar prever, em fase de projeto, e com o maior grau de exaustão possível, a utilização futura do equipamento.

Ainda nas reuniões com o Engenheiro de Projeto, foi-nos informado que já existia em funcionamento na Empresa, 1 calandra de 4 rolos¹⁸² e 3 extrusoras *triplex*, equipamentos semelhantes àqueles que seriam instalados. Ou seja, havia na própria unidade, situações de referência, o que facilitaria o desenvolvimento da investigação, permitindo que analisássemos situações de trabalho semelhantes àquelas que provavelmente existiriam nos equipamentos a serem instalados.

Além disso, foi-nos informado que estava previsto que os operadores dos novos equipamentos fossem alguns dos operadores daqueles em operação. Isso significava ainda outro ponto positivo, pois seria possível conhecer de antemão, a futura população trabalhadora dos novos equipamentos, ou ao menos parte dela.

9.3. A Escolha do Objeto de Estudo: a Nova Calandra de 4 Rolos

Após diversas reuniões, decidimos conjuntamente com o Engenheiro de Projeto responsável e com os membros da DSIA, que dos dois novos equipamentos a serem instalados, a calandra de 4 rolos era o mais indicado para constituir o objeto da investigação. Os aspetos descritos a seguir foram considerados para justificar tal escolha.

- *Quantidade de Estudos*

Conforme foi-nos informado, ao contrário das extrusoras *triplex*, que já haviam sido alvos de vários estudos conduzidos dentro da Empresa, e havia portanto muitas informações organizadas a respeito desses equipamentos, poucos estudos haviam sido feitos na calandra de 4 rolos. Um dos representantes da DSIA citou que os únicos estudos realizados referentes à calandra eram relativos à Higiene Ocupacional, como, por exemplo, avaliações de ruído, poeiras, radiações, entre outros. Segundo o relato de um Engenheiro da DSIA, não havia, na Empresa, nenhum estudo especificamente feito em relação ao trabalho da calandragem:

"tem pouca coisa estudada sobre a calandra, só tem mais em termos de ambiente... tem muito onde pegar" (Engenheiro de Segurança/DSIA).

- *A Dificuldade em Analisar o Trabalho na Calandra de 4 Rolos*

¹⁸² Foi-nos informado que a calandra que seria instalada era semelhante àquela em operação na Empresa. Posteriormente constatamos que era inclusive do mesmo fabricante.

Para além da citada escassez de estudos, foi ressaltado pelos representantes da Engenharia e da DSIA que existia uma certa “dificuldade” em analisar o trabalho da calandragem, o que não ocorria de forma semelhante nas extrusoras¹⁸³. De acordo com o relato do Engenheiro de Projeto:

“o trabalho na calandra é muito espalhado” (Engenheiro de Projeto/DE).

- *A Coordenação Temporal entre o Cronograma do Projeto e o Desenvolvimento da Investigação-Ação*

Um outro aspeto importante considerado foi a coordenação temporal da investigação com o cronograma do projeto. Sabíamos que para que pudéssemos participar e atuar no projeto seria fundamental que acompanhássemos as decisões à medida que elas fossem tomadas pela equipa responsável, ou seja, precisaríamos acompanhar o seu desenvolvimento em tempo real.

Foi-nos informado que a instalação da extrusora *triplex* encontrava-se em fase mais adiantada, o que por sua vez, implicava em menor possibilidade de propor alterações ao projeto. Já o projeto de instalação da calandra ainda estava em fase inicial, e conforme informado pelo Diretor da DSIA, havia tempo hábil para que ajustes e adaptações fossem feitos. O Diretor alegou que a calandra era portanto uma melhor opção para nosso objeto de estudo.

Além disso, considerávamos que ainda precisávamos de tempo para conhecer o equipamento, o processo, e realizar a análise das situações de referência, antes de podermos discutir demandas de melhorias e participar da elaboração de soluções. O Engenheiro de Projeto nos alertou que o processo da calandragem era complexo, e afirmou se tratar de um

“processo que não se conhece em dois dias” (Engenheiro de Projeto/DE).

Dadas todas as condições descritas, foi acordado, conjuntamente com os representantes da DSIA e com o Engenheiro de Projeto responsável, que a nova calandra de 4 rolos seria o objeto de nossa investigação-ação.

9.4. Os Interesses das Partes Envolvidas na Investigação-Ação

Ao longo das reuniões conduzidas com os membros da DSIA e com o Engenheiro de Projeto, foram sendo explicitados os objetivos que pretendíamos alcançar com a investigação. Uma das questões

¹⁸³ Ao contrário das extrusoras *triplex*, que além de serem equipamentos de menores dimensões do que a calandra, são operadas por somente 1 ou 2 operadores.

centrais discutidas eram os benefícios que a Empresa, e mais especificamente, a DE, teriam em recebê-la.

Explicitamos quais eram, em nosso ponto de vista, os possíveis benefícios a serem obtidos pela Empresa com a investigação, como, por exemplo, a melhoria das condições de operação do equipamento, a identificação e minimização de riscos associados ao trabalho. Entendíamos também que, ao findar de nossa investigação, e com a incorporação da Ergonomia ao projeto, poderíamos ter dois equipamentos “semelhantes” mas com duas situações de trabalho “distintas” na Empresa, o que seria interessante para podermos comparar essas situações em termos de desempenho e do bem-estar humanos, assim como avaliar a capacidade de ação, e de antecipação, da nossa investigação.

Também fomos questionados quais haviam sido os benefícios obtidos por outras empresas, em experiências prévias de projetos semelhantes que tivéssemos participado. Relatamos algumas de nossas experiências e argumentamos que nosso contributo poderia ainda minimizar os custos de alterações futuras no equipamento.

9.4.1. OS INTERESSES DA DSIA

O Diretor da DSIA manifestou qual era, em seu ponto de vista, um possível benefício de nossa investigação: a adequação do equipamento para as medidas antropométricas da população trabalhadora da Empresa. Ele nos relatou sua experiência em projetos prévios na Empresa, nos quais equipamentos precisaram passar por modificações após a instalação. Segundo ele, há grandes diferenças entre a população portuguesa e o padrão utilizado na concepção dos equipamentos, que eram segundo ele, são

"feitos para o trabalhador alemão" (Diretor/DSIA).

Logo, ele entendia que seria conveniente que fosse feita uma adequação dos alcances e alturas, ainda em fase de projeto, ao invés da adequação após a instalação. Concordávamos que esse poderia ser um dos benefícios da investigação.

9.4.2. OS INTERESSES DA DIREÇÃO DE ENGENHARIA

Já o Engenheiro de Projeto relatou quais seriam, em seu ponto de vista, os interesses da DE no desenvolvimento da nossa investigação. O primeiro deles era a obtenção da Certificação CE da

nova calandra de 4 rolos, e o segundo interesse era que observássemos a troca dos rolos da calandra.

9.4.2.1. A Certificação do Equipamento

Um dos interesses manifestos pelo Engenheiro de Projeto era que em nossa investigação, nos dedicássemos ao cumprimento de normas e legislações de forma que fosse pleiteada a Certificação CE¹⁸⁴ para a nova calandra de 4 rolos. Isso significava que esta deveria atender a todo o quadro legal e normativo europeu pertinente em termos de segurança, higiene e proteção ambiental.

Em resposta a esse interesse, argumentamos que apesar de ser viável acrescentar tal questão na nossa investigação, essa responsabilidade não deveria estar a ela associada. Alegamos que não podíamos assumir tal obrigação, visto que a mesma implicaria um desvio muito grande aos nossos objetivos centrais, mas também porque entendíamos não possuir a capacidade técnica para assumir tal compromisso.

Nós, ao contrário, acreditávamos que nosso contributo poderia estar mais voltado para a promoção de uma conceção mais coerente, através de um diálogo de pontos de vista distintos a respeito do equipamento e de sua utilização. De qualquer forma, nos comprometemos a atentar a tal questão, para que o equipamento estivesse o mais próximo possível das normas aplicáveis.

9.4.2.2. Normalização e Certificação: um Caminho para a Ergonomia?

Quando foi-nos sugerido pelo Engenheiro de Projeto que nos responsabilizássemos pelo atendimento das normas e legislação a fim de que fosse pleiteada a Certificação CE do equipamento, entendemos que esse seria, em seu ponto de vista, o seu principal interesse na investigação. Desse aspeto vivenciado, refletimos sobre a relevância e a suficiência das normas para que a Ergonomia seja incorporada nos projetos de engenharia que envolvem a mudança das bases técnicas de produção.

Se por um lado compreendemos que o cumprimento das normas e a obtenção de certificações possa promover a entrada da Ergonomia nas empresas e incentive a aproximação dos projetistas

¹⁸⁴ Certificação de conformidade para produtos comercializados no Espaço Económico Europeu, que indica que um produto atende a legislação da União Europeia. No caso de máquinas e equipamentos de trabalho, destacam-se duas Diretivas: Diretiva Máquinas (2006/42/CE) e a Diretiva Equipamentos de Trabalho (2009/104/CE).

aos ergonomistas, por outro lado questionamos até que ponto consequências indesejadas podem emergir quando a Ergonomia encontra-se presente nas empresas por força de imposições normativas.

Entendemos que quando a Ergonomia faz-se atuante exclusivamente motivada pelo cumprimento de normas, pode originar relações “deturpadas”, superficiais ou demagógicas, fruto de uma exigência que se dá por força da lei, e não por força de outros valores e nem pelo reconhecimento dos contributos da Ergonomia. Nossa experiência leva-nos a questionar a eficácia da incorporação da Ergonomia nas empresas por meio de normas ou imposições legais ¹⁸⁵. Além disso, questionamos a suficiência das normas e das certificações para garantir que um trabalho seja executado em condições de segurança e saúde, assim como para garantir o bem-estar dos trabalhadores. Caso assim fosse, um quadro normativo eficiente bastaria para minimizar adoecimentos e acidentes relacionados ao trabalho.

Trata-se sobretudo de um debate pertinente sobre as práticas da Ergonomia, mas além disso, sobre as práticas e os valores que norteiam a conceção. Como afirmamos anteriormente, nosso intuito era trazer para a conceção um ponto de vista mais coerente a respeito do trabalho, mas utilizando como referência o trabalho real, e não regras ou normas exógenas à ele.

9.4.2.3. A Troca dos Rolos da Calandra

Quando alegamos não poder nos responsabilizar pela questão da obtenção da certificação do equipamento, o Engenheiro de Projeto manifestou um outro possível interesse em nossa investigação: solicitou que observássemos e sugeríssemos melhorias a uma tarefa específica, feita anualmente por uma equipa de manutenção: a substituição dos rolos da calandra ¹⁸⁶.

¹⁸⁵ Esse é o caso, por exemplo, do Brasil, que possui um quadro normativo específico para a Ergonomia – NR17, promulgado pelo Ministério do Trabalho e Emprego, o que obriga as empresas a atender as exigências normalizadas e leva muitas delas a contratar serviços de Ergonomia somente para a elaboração de relatórios muitas vezes feitos com o único intuito de ter documentos que possam ser apresentados aos órgãos fiscalizadores.

¹⁸⁶ A substituição dos rolos é importante para garantir a qualidade do material produzido na calandragem, mais especificamente a uniformidade e espessura.

De acordo com a opinião do Engenheiro de Projeto, trata-se de uma tarefa complexa em termos de Ergonomia e de Segurança do Trabalho¹⁸⁷. Comprometemo-nos, junto ao Engenheiro de Projeto, a acompanhar a sua realização¹⁸⁸.

9.4.3. ARTICULAR INTERESSES: O PRIMEIRO DESAFIO DE UMA AÇÃO EM ERGONOMIA DE CONCEÇÃO

Ao longo das negociações da investigação-ação, buscamos encontrar interesses comuns à DE, à DSIA e à investigação em si. Estabelecemos uma abordagem focada na explicitação de potenciais benefícios que poderíamos trazer em termos de melhorias para as condições de trabalho. Já o interesse da DSIA estava mais voltado para adequações aos padrões antropométricos da população trabalhadora da Empresa e o principal interesse da DE estava direcionado para a obtenção da certificação do equipamento.

Percebendo que os interesses dos diversos atores envolvidos eram distintos, seria preciso negociá-los. Adaptamos nossos interesses iniciais na medida do que considerávamos possível, para que a investigação fosse aceite e bem vinda na DE. Comprometemo-nos a atentar sobre a questão da Certificação CE e sobre a troca dos rolos. Estas foram as contrapartidas que oferecemos ao Engenheiro responsável pelo projeto. Sabíamos que a aceitação da investigação estaria diretamente condicionada em atendermos alguns dos possíveis interesses da Empresa.

Refletimos como o sucesso de uma investigação-ação em Ergonomia está diretamente associado à capacidade de articular os interesses e as lógicas do diferentes atores envolvidos. É preciso que o ergonomista evidencie os interesses das partes interessadas, situados em diversas instâncias. Sempre que possível, o ergonomista deve procurar atender aos interesses que outros atores possam ter em sua participação, podendo também ser necessário negociar esses interesses.

O objetivo dessa articulação de interesses é encontrar um denominador comum que possa nortear a ação do ergonomista: ele não deve se eximir de analisar os condicionantes que possam comprometer a saúde, a segurança dos trabalhadores e a eficácia dos sistemas produtivos, mas

¹⁸⁷ Na substituição, os rolos da calandra são removidos e levados para retificação, para corrigir o desgaste em sua superfície devido à utilização. Cada rolo da calandra pesa em torno de 5 toneladas, o que implica uma mobilização de equipamentos e da equipa de manutenção para fazer a substituição dos mesmos.

¹⁸⁸ Descrevemos os resultados dessa análise no Capítulo 10.

pode ser levado a ter que considerar outros aspetos pertinentes aos outros atores não considerados previamente.

9.5. A Equipa Responsável pelo Projeto e as Possíveis Implicações da Investigação-Ação na Condução do Projeto

Conforme mencionamos, o projeto de expansão da unidade encontrava-se sob a responsabilidade do Engenheiro de Projeto da DE. Este por sua vez, possuía uma equipa a ele subordinada, composta por mais duas pessoas da Empresa, também integrantes da DE: 1 Técnico Mecânico e 1 Técnico Eletricista. Soubemos ainda que outras empresas seriam subcontratadas em algumas fases específicas do projeto, como, por exemplo: uma empresa de engenharia civil para a construção do edifício onde os equipamentos seriam instalados, uma empresa de engenharia mecânica e outra de engenharia elétrica que fariam a construção da estrutura metálica de suporte dos equipamentos acessórios e a instalação do equipamento, respetivamente. Além disso, uma equipa de engenheiros, pertencente à sede do grupo localizada na Alemanha, fornecia suporte ao projeto.

Ao longo das reuniões com o Engenheiro de Projeto, salientamos a importância da nossa integração a sua equipa, e que seria fundamental que participássemos das decisões a serem tomadas. Salientamos também que nossa investigação implicaria em trazer, para além daqueles já inseridos, novos atores para o projeto, visto que nosso interesse era articular diferentes lógicas e visões sobre o processo, sobre o trabalho e sobre o equipamento. Isso envolveria, por exemplo, a participação de atores geralmente excluídos da conceção, como os operadores de produção, de manutenção e de limpeza. A participação desses atores seria articulada por nosso intermédio¹⁸⁹.

9.5.1. O PAPEL DO ERGONOMISTA NA CONCEÇÃO: ANALISAR, QUESTIONAR OU CONTRIBUIR PARA O TRABALHO DAS EQUIPAS DE ENGENHARIA?

Nas reuniões conduzidas ao longo da primeira fase, explicitamos os potenciais benefícios da nossa investigação para o projeto da nova calandra de 4 rolos e alegamos que para atingi-los, precisaríamos nos integrar a equipa de engenharia responsável. O Engenheiro de Projeto manifestou a sua preocupação com o facto de que a investigação trouxesse mais atribuições em termos de protocolos, procedimentos e normas a seguir por sua equipa. Salientamos que não

¹⁸⁹ Descrevemos como essa questão se desenvolveu no Capítulo 11.

estávamos ali para aumentar os encargos do trabalho de sua equipa, mas que a nossa integração passaria a analisar a forma como as decisões eram tomadas e, em alguns casos, até mesmo questioná-las.

É do senso comum que as pessoas não se sentem confortáveis em terem seu trabalho analisado, nem tampouco terem as suas decisões questionadas. Isso pode se tornar ainda mais constrangedor quando o questionamento parte de pessoas externas, sem hierarquia formal, como nosso caso, ou sem hierarquia direta, como o caso da DSIA.

A partir da preocupação do Engenheiro de Projeto sobre o que a investigação traria de impacto sobre seu próprio trabalho e de sua equipa, percebemos que em nenhum momento havíamos evidenciado potenciais benefícios que a nossa investigação poderia trazer para o processo de concepção e para a equipa de engenharia: os benefícios que alegávamos estavam essencialmente centrados nos operadores do equipamento ou para a Empresa de uma forma geral. Ora, alguns benefícios da participação do ergonomista nas equipas de concepção são citados na literatura. Haslegrave e Holmes (1994) apontam que a introdução da Ergonomia é geralmente um estímulo ou catalisador para novas ideias para os engenheiros e Daniellou (2007, p. 313) ressalta que a participação de ergonomistas na concepção, as simulações realizadas, a formação dos operadores que delas resultam, reduzem habitualmente os prazos de partida e o tempo de *ramp-up*¹⁹⁰.

Portanto, é preciso refletir em quê e como a incorporação da Ergonomia e dos ergonomistas contribui para a própria concepção, ou seja, para a atividade de trabalho dos projetistas. Ou seja, como argumentar junto aos engenheiros e projetistas o contributo da Ergonomia para a própria atividade de concepção, visto que, muitas vezes, a Ergonomia é vista pelos projetistas como mais um elemento a ser tido em consideração nas tomadas de decisão.

Além disso, é fundamental esclarecer que os possíveis questionamentos colocados pelos ergonomistas não têm um sentido de desvalorizar as competências dos projetistas, mas de contribuir para trazer novos pontos de vista sobre o trabalho, identificar constrangimentos e riscos, e lançar luz sobre situações de trabalho que possam não ser conhecidas, ou reconhecidas, visando considerá-las nas decisões de projeto. O benefício da Ergonomia para a atividade de concepção é enriquecê-la, ou seja, trazer mais elementos ao início das decisões, ampliar o ponto de vista,

¹⁹⁰ Período que compreende a fase inicial de produção de um equipamento industrial, após a sua instalação, até que seja obtida a produção nominal, de acordo com a produtividade e qualidade desejadas.

aumentar a capacidade de enxergar o hoje e com isso, melhor projetar o futuro. A visão que as equipas de engenharia responsáveis têm sobre o ergonomista não deve ser de um ator questionador das decisões de projeto, mas de um ator contribuinte das decisões. Assim, há uma maior probabilidade que a Ergonomia passe a ser vista, pelos próprios projetistas, como algo positivo para a conceção.

9.5.2. UM CONJUNTO AMPLIADO DE ATORES

Quando o ergonomista se encontra integrado nos setores e departamentos de Segurança e Saúde no Trabalho, os seus principais interlocutores são engenheiros e técnicos de segurança, médicos, enfermeiros e psicólogos do trabalho. Entretanto, esses geralmente não são os únicos atores com os quais o ergonomista convive numa intervenção ergonómica.

Ao buscar promover uma ação voltada para a inserção da Ergonomia na conceção, o ergonomista deve estabelecer relações com aqueles responsáveis pelos projetos de definição (escolha ou mudanças) dessas bases, geralmente alocados nos departamentos de engenharia. O ergonomista envolvido numa ação de conceção interage com arquitetos, engenheiros civis, mecânicos, elétricos e eletrônicos, entre outros.

Na primeira fase da nossa investigação, lidamos inicialmente com uma variedade de atores ligados à Segurança do Trabalho. Nessa etapa, estivemos atentos à importância de termos suporte de representantes da alta direção da Empresa, como apontam por Broberg (2007) e Dul et al. (2012). Entretanto, a migração para outra direção incorporou outros atores à nossa investigação. Mas é preciso levar em conta que isso dava-se em via de mão dupla: se entravam novos atores em nossa investigação, nós também tornamo-nos novos atores para o projeto que se desenvolvia na Empresa. Havia sido formado um quadro de atores portadores de lógicas heterogêneas (Martin, 2000). Mas sabíamos que essas lógicas ainda precisariam de ser articuladas.

9.6. As Condições Propícias para a Investigação-Ação

Uma vez negociada e aceite a realização da investigação-ação com os envolvidos na Empresa, definido o objeto e esclarecido quais eram nossos objetivos e a nossa estratégia, haviam sido construídas as bases para o seu desenvolvimento. Tínhamos um contexto com condições propícias para a condução da investigação, entre as quais, podemos destacar:

- o apoio de representantes da alta gestão da Empresa para o desenvolvimento da investigação-ação;
- a presença de um equipamento semelhante ao que seria instalado já em operação na Empresa, constituindo portanto uma situação de referência de fácil acesso;
- a coordenação temporal do projeto de ampliação da unidade com a investigação-ação;
- o desenvolvimento do projeto por uma equipe interna de engenharia e logo, a possibilidade de nos articularmos com ela, e trazer novos requisitos e critérios à concepção.

9.7. A Relevância da Ergonomia para a Concepção dos Artefactos de Trabalho

Comummente a Ergonomia é solicitada para tratar os aspetos físicos do trabalho, como trabalho repetitivo, levantamento excessivo de cargas, adoção de posturas penosas, etc. O potencial da Ergonomia na identificação e compreensão de problemas de âmbitos diversos, que incluem riscos associados ao trabalho, problemas de absentismo, elevado níveis de acidentes é amplamente reconhecido. Observa-se a contribuição da Ergonomia para a compreensão do trabalho muscular e de suas bases fisiológicas, dos aspetos antropométricos dos postos de trabalho, do consumo de energia associado ao trabalho pesado, das especificidades dos trabalhos de precisão, da atividade mental, da fadiga e da monotonia, do estresse relacionado ao trabalho, e ainda aspetos relacionados ao trabalho noturno e por turno (Grandjean, 1998). A Ergonomia também se interessa pelas questões associadas à percepção visual, ao uso de monitores, aos impactos do ruído, das vibrações e do conforto climático dos ambientes de trabalho (Grandjean, 1998).

Esses são importantes contributos da Ergonomia, mas não são os únicos possíveis. O potencial da Ergonomia em identificar, analisar e atuar em problemas relacionados à baixa eficiência e instabilidade de processos, insuficiente qualidade de produtos, dificuldades no planeamento e programação da produção, entre outros, ainda é pouco explorado e difundido.

Os benefícios que alegávamos trazer para a Empresa estavam centrados na melhoria das condições de trabalho dos utilizadores do equipamento. Como sugere Jackson (1999), desejávamos aproveitar a implantação de novas tecnologias para introduzir a reflexão sobre o trabalho, desde o projeto das mesmas. Entretanto, não explicitamos de forma clara que a investigação poderia trazer outros potenciais benefícios, incluindo aqueles relacionados à melhoria do processo de concepção.

Refletimos como as relações entre a Ergonomia, a conceção dos meios de produção, as condições de trabalho e o desempenho dos sistemas nem sempre se revelam claras ou diretas. Demandas como lesões musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho, limites de movimentação manual de cargas, dimensionamentos de postos de trabalho, etc., são temas clássicos, e ainda desafiadores em muitos sentidos, para a Ergonomia. Entretanto, acreditamos que o espectro de ação da Ergonomia não pode e não deve se limitar nesses aspetos, pois estas não são as únicas condicionantes de situações de trabalho danosas e perigosas que os trabalhadores estão sujeitos.

Existem diversos outros desafios para a Ergonomia, no que concerne as condições de trabalho, assim como sistemas ineficientes e subotimizados. Noro (1991) aponta que, dado que o aumento da produtividade é o principal interesse dos gestores das empresas, o ergonomista deveria mostrar como pode contribuir nesse aspeto, mas salienta que não é fácil demonstrar como a Ergonomia pode aumentar a produtividade, assim como o facto de que “muitos operadores e gestores acreditam que a introdução da Ergonomia diminui, ao invés de aumentar, a produtividade, e assim não traz nenhum lucro para as empresas” (p. 23).

Acreditamos que a potencialidade constituída pelo ponto de vista específico da Ergonomia para compreender e tratar problemas de diversos âmbitos nas empresas é pouco explorado. Infelizmente, entende-se que a contribuição do ergonomista encontra-se limitada a determinados problemas. De acordo com Dul et al. (2012), uma das razões pela qual tal potencial permanece pouco explorado se deve ao pouco conhecimento que as diversas partes interessadas na conceção, gestão e uso dos artefactos (clientes, trabalhadores, gestores, outros profissionais, sociedade em geral) têm a respeito da utilidade da Ergonomia, e como consequência, acabam por não apresentar uma demanda para a sua incorporação. Essa visão limitada a respeito do papel da Ergonomia é ainda comum, mesmo nos atores de áreas mais próximas à ela, como é o caso da Segurança do Trabalho.

Refletimos sobre como o ergonomista pode demonstrar os benefícios de seu ponto de vista e de seus métodos para abordar diversos problemas vivenciados nas empresas. Indubitavelmente, há ainda um longo caminho a ser percorrido pelos ergonomistas, de forma a ampliar o seu espectro de ação nas organizações e valorizar o seu papel.

Breve Síntese do Capítulo

No presente Capítulo, descrevemos a primeira fase da etapa de campo de nossa investigação-ação, centrada na construção de suas bases. Iniciamos narrando como se deu a busca por uma empresa para realizar a investigação, e em seguida por um objeto de estudo, explicitando os critérios que conduziram nossa escolha. Em seguida, apresentamos os interesses das partes envolvidas na investigação, sobre como eles foram negociados e refletimos sobre a normalização e a certificação como um caminho possível para a Ergonomia. Posteriormente, nos referimos à equipa responsável pelo projeto, e em como o Ergonomista pode buscar se integrar as equipas de engenharia, não como um questionador das decisões, mas como um contribuinte para elas. Finalizamos o capítulo descrevendo o cenário que encontrávamo-nos quando finalizamos a fase inicial da investigação de campo, no qual tínhamos as condições propícias para o seu desenvolvimento, e refletimos sobre o importante papel da Ergonomia na busca da resolução de problemas de âmbitos diversos para as empresas.

CAPÍTULO 10. FASE 2: A ANÁLISE ERGONÓMICA DO TRABALHO NA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

"Não há ciência senão do que está escondido"
Bachelard

Finalizada a primeira fase da investigação de campo, na qual construímos as bases para o seu desenvolvimento, iniciamos a sua segunda fase. De acordo com o método da Abordagem da Atividade Futura de Trabalho, realizamos nessa fase a análise da situação de referência. No Capítulo 8, descrevemos a calandra de 4 rolos, as principais operações do processo da calandragem, assim como a organização formal do trabalho. Já no presente capítulo, nos detemos a apresentar a análise da atividade de trabalho da calandragem, tendo como referência o método da Análise Ergonómica do Trabalho. Iniciamos o capítulo descrevendo como se deu a recolha de dados. Em seguida, apontamos os quatro componentes da atividade que identificamos como centrais e fazemos uma análise das situações de variabilidade que observamos no quotidiano da calandragem. Analisamos também as estratégias operatórias que identificamos, cuja função é regular o processo e garantir a qualidade dos produtos da calandragem. Seguidamente, trazemos uma reflexão sobre a importância da competência para o trabalho, assim como para a gestão dos riscos envolvidos no processo da calandragem.

10.1. A Recolha de Dados

A recolha de dados sobre o trabalho da calandragem decorreu de novembro de 2010 a abril de 2011. Ao longo desses meses, recolhemos informações sobre as rotinas e o quotidiano do trabalho dos operadores de produção, assim como dos operadores de manutenção e limpeza, totalizando cerca de 30 dias de recolha de dados¹⁹¹, com uma média de 6 horas de observação/dia. Os dados recolhidos foram apontados num “diário de bordo” e posteriormente organizados e analisados.

10.1.1. OS CONTATOS COM OS ATORES DA CALANDRAGEM

Para que pudéssemos realizar a análise do trabalho na calandra já em operação na Empresa, o Diretor da DSIA contactou a chefia direta do departamento responsável pela sua operação – DP II/Frio, que autorizou a recolha de dados no equipamento.

¹⁹¹ Em alguns desses dias, quando, por exemplo, não havia produção na calandra devido às manutenções, aproveitamos para contactar outros atores.

As primeiras visitas à calandra de 4 rolos foram acompanhadas pelos supervisores de turno responsáveis. Nessas visitas, obtivemos uma visão geral sobre o processo da calandragem e fomos apresentados aos operadores, que foram informados que estávamos ali para realizar um “estágio” e que estaríamos envolvidos no projeto da nova calandra que seria instalada na unidade. Os supervisores comunicaram aos operadores que, durante alguns meses, observaríamos o trabalho e o processo da calandragem e que faríamos perguntas a eles. Os operadores foram instruídos a realizarem seus trabalhos normalmente e a estarem à vontade para responder as perguntas. Após as visitas iniciais conduzidas pelos supervisores, fomos autorizados a acompanhar a calandragem diretamente com os operadores.

- *Os Contatos com os Operadores de Produção*

Ao longo de nossa recolha de dados na calandragem, tivemos contato direto com todos os turnos de operadores de produção, incluindo os turnos de fim de semana. A observação direta foi a principal técnica de recolha de dados utilizada. As observações da atividade foram complementadas pelas verbalizações dos operadores, espontâneas ou induzidas. Como na maior parte do tempo a nossa recolha de dados ocorreu durante o processo da calandragem, as verbalizações ou eram obtidas simultaneamente às observações ou diferidas, nos momentos em que os operadores estavam disponíveis para responder as questões. As verbalizações induzidas tinham como objetivo esclarecer dúvidas sobre o processo e o equipamento, além de buscar compreender aquilo que os operadores haviam feito, como haviam feito de determinadas maneiras ou o porquê haviam feito determinadas operações. Como a calandragem é realizada por até 7 operadores, que trabalham especialmente dispersos, dividimos nosso tempo de recolha de dados entre os diversos locais do equipamento.

Ao mesmo tempo que recolhemos dados acerca do processo de calandragem, fluxos de materiais, tipos de produtos, etc., recolhemos informações técnicas sobre a calandra, tais como equipamentos e sistemas acessórios, *layout* e funcionamento. Para recolher dados sobre as prescrições do trabalho, buscamos e consultamos documentos que contivessem procedimentos, instruções de trabalho, entre outros¹⁹².

Os operadores mostraram-se sempre dispostos a nos explicar sobre o equipamento e sobre as suas atividades, e à medida que a recolha de dados avançou, sentimo-nos confortáveis para trazer

¹⁹² Conforme descrevemos no Capítulo 8.

questões mais complexas e delicadas, como as principais dificuldades e constrangimentos vivenciados, os acidentes de trabalho que já haviam ocorrido no equipamento e os casos de adoecimentos. Aproveitamos os contatos com os operadores mais antigos da calandra, que haviam acompanhado a instalação do equipamento para buscar o histórico das alterações feitas ao longo dos anos em termos de mudanças técnicas e novos dispositivos que haviam sido instalados na calandra. Quando oportuno, recolhemos sugestões dos operadores sobre possíveis melhorias para o projeto da nova calandra de 4 rolos.

- *Os Contatos com os Operadores de Manutenção e de Limpeza*

Ao longo da segunda fase, também tivemos contato com as equipas de manutenção e de limpeza da calandra de 4 rolos. Assim como fizemos com os operadores de produção, os contatos com os operadores de manutenção e limpeza foram solicitados e negociados anteriormente com as respectivas chefias responsáveis. Observamos as atividades e recolhemos as verbalizações desses operadores, semelhantemente ao que fizemos com os operadores da produção. Entretanto, nossos contatos com os operadores de manutenção e limpeza ocorreram esporadicamente, mediante a presença e disponibilidade dos mesmos. Realizaram-se principalmente às quartas-feiras, quando ocorrem as limpezas do equipamento e/ou as manutenções preventivas. Os contatos com os operadores de manutenção corretiva foram feitos à medida que essas ocorriam no dia a dia da calandragem.

Além disso, em dezembro de 2010, observamos o trabalho realizado pela equipa de manutenção responsável pela troca dos rolos da calandra, conforme havíamos acordado com o Engenheiro de Projeto durante as reuniões de negociação da investigação.

- *Os Contatos com Outros Atores Pertinentes a Calandragem*

Também realizamos contatos com outros atores relevantes, como: os supervisores do DP II/Frio, o supervisor da equipa de limpeza, os supervisores de manutenção, os operadores do Corte, entre outros. Com esses atores, realizamos reuniões e recolhemos dados principalmente através de entrevistas semiestruturadas. Esses contatos foram estabelecidos mediante a necessidade de conhecermos o processo, compreender o contexto e solicitar autorizações.

10.1.2. AS SITUAÇÕES DE AÇÃO CARACTERÍSTICAS E AS INTERFACES DE AÇÃO, VISUALIZAÇÃO E COMUNICAÇÃO

De acordo com o método da AAF, a calandra em operação na Empresa nos serviria como uma situação de referência, na qual deve-se proceder um recenseamento das situações de ação características que permitam construir cenários da atividade futura.

Nesse sentido, identificamos as operações realizadas pelos operadores da calandragem e observamos como elas são encadeadas. Juntamente desse recenseamento, buscamos mapear as principais interfaces de ação, visualização e comunicação utilizadas pelos operadores. Nossa intenção era identificar e registrar a frequência de utilização das mesmas, além de identificar riscos e constrangimentos na utilização dessas interfaces. A partir desses dados, objetivávamos identificar possíveis oportunidades de melhoria para o projeto da nova calandra de 4 rolos.

10.2. Os Componentes da Atividade de Trabalho da Calandragem

Da análise da atividade, destacamos quatro características centrais do trabalho da calandragem:

- Disperso e distribuído ao longo de todo o equipamento;
- De permanente gestão das variabilidades;
- Baseado no desenvolvimento de estratégias operatórias, a partir da experiência;
- Essencialmente coletivo, envolvendo a necessidade de coordenação, cooperação e comunicação.

10.2.1. DISPERSO E DISTRIBUÍDO

Conforme mencionamos, a calandra de 4 rolos é um equipamento de grandes dimensões, o que requer que vários operadores, localizados em pontos diferentes do equipamento, realizem operações de forma simultânea e coordenada.

Ao mapear as interfaces de ação e visualização, observamos o uso de interfaces diretas (localizadas nos diversos equipamentos como os moinhos, rolos, prensa, etc.) através das quais é feito o manuseio das matérias-primas e dos produtos, além de interfaces indiretas (como painéis de comando, válvulas, teclados dos sistemas de controlo do processo, botoneiras, ecrãs, etc.) através das quais os operadores atuam para modificar as variáveis operacionais dos diversos equipamentos acessórios da linha de calandragem. Para além das interfaces de ação, os

operadores fazem uso de diversas interfaces de observação ou visualização, a fim de obter informações sobre o equipamento e sobre o processo (como, por exemplo: painéis mostradores, contadores, manômetros, ecrãs, luzes sinalizadoras, entre outros).

Entretanto, observamos que para além das ações nas interfaces disponíveis, em diversas situações, os operadores realizam operações em outros locais do equipamento. Observamos, por exemplo, que durante a calandragem os Operadores do *Wind-up* permanecem atentos à estação de desenrolamento (*let-off*) para estimar o momento certo de cortar os rolos de tecido calandrado. Notamos uma ocorrência em que um 1º Operador subiu na plataforma de acesso ao segundo piso da calandra para limpar um rolo que, estando com compostos nele aderidos, estava a causar marcas na superfície do tecido comprometendo a qualidade. Observamos ainda um caso em que outro 1º Operador entrou na estufa dos cilindros de aquecimento para remover fios de tecido têxtil que estavam a ser enrolados ao longo da calandragem.

Entendemos que, para além das interfaces prescritas, há também um grande número de interfaces não previstas (ou não prescritas) onde os operadores realizam ações e tomam informações, em função de determinadas necessidades ou situações específicas. São locais onde, em princípio, os operadores não precisariam ou mesmo não deveriam atuar. Ou seja, apesar de formalmente os operadores possuírem responsabilidades na operação de determinados equipamentos e sistemas acessórios¹⁹³, as atividades de trabalho da calandragem não se dão rigidamente em determinados locais. Não existem postos de trabalho fixos¹⁹⁴ ou delimitados: os operadores se deslocam com frequência aos diversos locais da calandra. O trabalho na calandragem ocorre de forma dispersa ao longo do equipamento, e as ações e visualizações distribuem-se por várias interfaces. Observamos que praticamente todo o equipamento constitui, em função das diversas necessidades de operação, um potencial local de ação ou de observação para os operadores.

10.2.2. A GESTÃO DAS VARIABILIDADES

Conforme mencionamos, à medida que tentamos mapear as interfaces prescritas, identificamos a atuação dos operadores em diversas interfaces não-prescritas. Ao registar as SACs, observamos a ocorrência frequente de situações que não pareciam serem normais ou previstas: ou a calandra

¹⁹³ Conforme descrevemos no Capítulo 8.

¹⁹⁴ Os operadores permanecem todo o tempo da jornada de trabalho em pé.

estava parada por conta de avarias em equipamentos, ou precisava ter a velocidade diminuída para corrigir algum funcionamento. Observamos em diversas ocasiões, a mobilização e atuação rápida dos operadores para resolver problemas no processo.

Essas situações ocorreram desde o primeiro dia em que tivemos contatos com a calandragem, e continuaram a ocorrer à medida que avançamos em nossa recolha de dados. Ao longo de nossas observações, algumas dessas situações repetiam-se, assim como ocorriam diversas outras que não havíamos presenciado anteriormente. Fomos percebendo que, entre as situações de ação características identificadas, aquelas que ocorriam em função das variações do processo eram rotineiras. Ao observar a frequência dessas ocorrências, percebemos a importância e o impacto delas para o trabalho e para o cumprimento dos objetivos da calandragem.

Com isso, passamos a registrar tais situações de forma cada vez mais atenta. Para cada uma buscamos compreender o ocorrido, as fontes de variação e as ações tomadas pelos operadores. Observamos se as ações se desenvolviam individualmente ou se havia ocorrido a mobilização de vários operadores e, na medida do possível, registamos as comunicações estabelecidas. Após a ocorrência das situações e retorno à uma situação de normalidade, recolhemos a verbalização dos operadores, questionando sobre o que havia ocorrido e se eles já haviam vivenciado uma situação similar anteriormente. Buscamos compreender os momentos em que ocorriam e qual o impacto dessas situações para o cumprimento dos objetivos da produção.

Mantivemo-nos atentos ao que Guérin et al. (2001) apontam como sendo “a consideração dos acontecimentos significativos para a realização do trabalho, seu encadeamento e suas relações” (p. 148). Assim, para cada situação observada, tentamos descrever com o máximo de detalhes, aquilo que estava envolvido. Essas situações passaram, cada vez mais, a ter centralidade na nossa recolha de dados. O Anexo 13 contém a descrição de todas as situações de variabilidade registradas¹⁹⁵, e a seguir apresentamos uma análise de tais situações. Mas antes, expomos o

¹⁹⁵ Cabe ressaltar aqui que muitos dos registros são falhos em descrever alguns aspetos, como as causas ou as consequências de cada situação. Isso porque em alguns momentos tínhamos dificuldades em perceber ou em registrar tudo aquilo que havia ocorrido. No final do presente capítulo fazemos algumas considerações acerca das técnicas e ferramentas que utilizamos na recolha de dados.

conceito que cunhamos para defini-las: o conceito de “situação de variabilidade”¹⁹⁶, conforme descrevemos no Quadro 17.

Quadro 17 – A Situação de Variabilidade.

Conceptualização	Em nossa perspectiva, uma situação de variabilidade expressa um acontecimento, um evento de caráter provisório, único e particular, ocorrido num contexto específico. Trata-se de uma ocorrência circunstancial e contextual, não prevista por quem prescreveu o trabalho (seja através da conceção do equipamento ou através das normas e procedimentos) e que necessitam de uma ação ou uma decisão dos operadores para ser contornada ou controlada.
O que registar numa situação de variabilidade	A análise de uma situação de variabilidade comporta em si o problema, ou a ocorrência, mas também as suas causas, as ações realizadas e as suas possíveis consequências. Assim, no registo de uma situação de variabilidade deve-se buscar incluir aquilo que ocorreu e foi vivenciado, como por exemplo: <ul style="list-style-type: none">- as diversas fontes de variação atuantes naquele instante;- as ações realizadas pelos operadores para fazer face à tal ocorrência;- o desenvolvimento de estratégias operatórias para regular e lidar com a situação;- a emergência do trabalho coletivo naquele instante;- a necessidade de coordenação e cooperação para lidar com a situação;- as comunicações estabelecidas;- a necessidade de agir em interfaces não-prescritas;- a necessidade de observar em interfaces não-prescritas;- a gestão dos riscos que emergem da situação e das próprias ações dos operadores;- o conflito ou debate de normas contraditórias que emergem da situação;- etc.

¹⁹⁶ Desenvolvemos tal conceito a fim de corroborar com a importância da noção de variabilidade dentro do quadro teórico da Ergonomia da Atividade, mas com o objetivo de trazer uma maior concretude àquilo que busca representar. Outros quadros teóricos apresentam conceitos semelhantes. Um exemplo é o conceito de incidente, em que já existe um quadro teórico-conceitual desenvolvido em torno dele, principalmente na Engenharia de Segurança. Outro conceito encontrado na literatura é o de eventos inesperados (*unexpected events*). Optamos por não empregar esse termo porque observamos que, em diversas ocasiões, tratam-se de situações “esperadas” ou previstas pelos operadores (mesmo que não o sejam pela organização formal), em geral porque foram vivenciadas em outras ocasiões anteriores. Logo, partimos da noção de situação de ação característica (Daniellou, 2007; Daniellou e Garrigou, 1992), mas ao contrário desses autores, que entendem que essas situações englobam também as situações normais ou típicas, optamos por enfatizar aquilo que não é suposto de ocorrer no processo, ou ainda, aquilo que não se encontra prescrito.

A necessidade de cunharmos tal conceito vem da nossa observação de que há muitas coisas em jogo nessas situações. Ou seja, buscamos um termo que conceptualizasse não somente a variabilidade, mas também como os operadores reagem à ela, quais conhecimentos são mobilizados na ação, entre outros. Interessa saber o que o operador fez em determinada situação, mas também como, quando, porquê, a partir de quê e visando o quê. Assim, analisar essas situações como um todo permite-nos ir ao encontro daquilo que não foi ou não pode ser prescrito, das suas circunstâncias, e daquilo que “o trabalho pede” (Hubault, 2004).

10.2.3. A ANÁLISE DAS SITUAÇÕES DE VARIABILIDADE OBSERVADAS

Numa tentativa de melhor compreender as situações de variabilidade observadas, organizamos os dados recolhidos ao longo dos contatos com o equipamento e com os operadores. Analisamos tais registos para tentar identificar padrões, verificar a frequência das ocorrências, os locais de maior incidência, entre outros.

10.2.3.1. Frequência de Ocorrência das Situações de Variabilidade

Identificamos, em 21 dias dedicados exclusivamente à observação do processo da calandragem, um total de 95 situações de variabilidade. Em todos os dias de recolha de dados observamos a ocorrência de no mínimo 1 situação, sendo que o número médio observado por dia de recolha foi de 4,5 situações. Em alguns dias essas situações foram mais frequentes¹⁹⁷, tendo sido registado o máximo de 8 situações num mesmo dia. Na Figura 23 apresentamos o número de situações observadas em cada dia de recolha de dados.

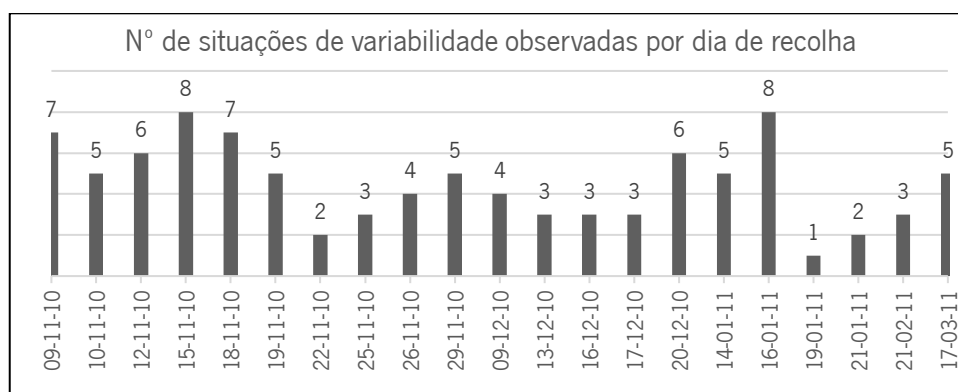


Figura 23 – Número de situações de variabilidade por dia de observação.

¹⁹⁷ Em alguns casos, observamos que as situações ocorrem em efeito de propagação, sendo que uma leva à ocorrência de outra.

As situações de variabilidade foram observadas em todos os turnos de trabalho, não havendo diferença quando comparado com o número de horas observadas em cada turno¹⁹⁸.

Quando tentamos obter a opinião dos operadores sobre a frequência de ocorrência de determinadas situações, percebemos uma dificuldade em quantificar ou estimar tal número. Mesmo sem conseguir avaliar a frequência de tais ocorrências, um 1º Operador citou que:

"Há coisas que não acontecem todos os dias" (1º Operador/Turno B).

Nossa análise permitiu verificar que enquanto algumas situações ocorreram pontualmente, outras situações pareceram-nos mais crônicas. Observamos que, para as situações que ocorrem de forma mais rotineira, os operadores já possuem estratégias de antecipação para evitá-las. Poucas situações observadas foram consideradas novidades para os operadores, em que eles afirmaram não saber o que se passava com o equipamento. Na maioria dos casos, os operadores já haviam vivido uma situação similar anteriormente.

10.2.3.2. Locais de Ocorrência das Situações de Variabilidade

Em relação aos locais de ocorrência, observamos situações de variabilidade em diversos locais do equipamento, tendo ocorrido uma maior incidência dessas situações na zona dos rolos da calandra (totalizando 31 situações) e da extrusora (totalizando 10 situações).

No diagrama apresentado na Figura 24 mostramos o número de situações observadas em cada um dos locais do equipamento¹⁹⁹. Nove situações foram observadas em locais onde não são previstas ações dos operadores (Outros), tendo ocorrido nos:

- sistemas acumuladores: 4 situações;
- cilindros de arrefecimento: 5 situações;
- cilindros de aquecimento: 1 situação.

¹⁹⁸ Apesar de termos tido contato com todos os turnos de trabalho, o número de horas de observação em cada turno foi diferente, pois não havia em nossa investigação a preocupação em comparar o trabalho ou a performance entre as diferentes equipas.

¹⁹⁹ É importante ressaltar que em alguns casos, o local onde decorre a ação dos operadores nem sempre coincide com o local onde o problema tem origem. Optamos por classificar o local de ocorrência principalmente a partir da zona do equipamento onde se deu a ação dos operadores para contornar ou controlar a situação.

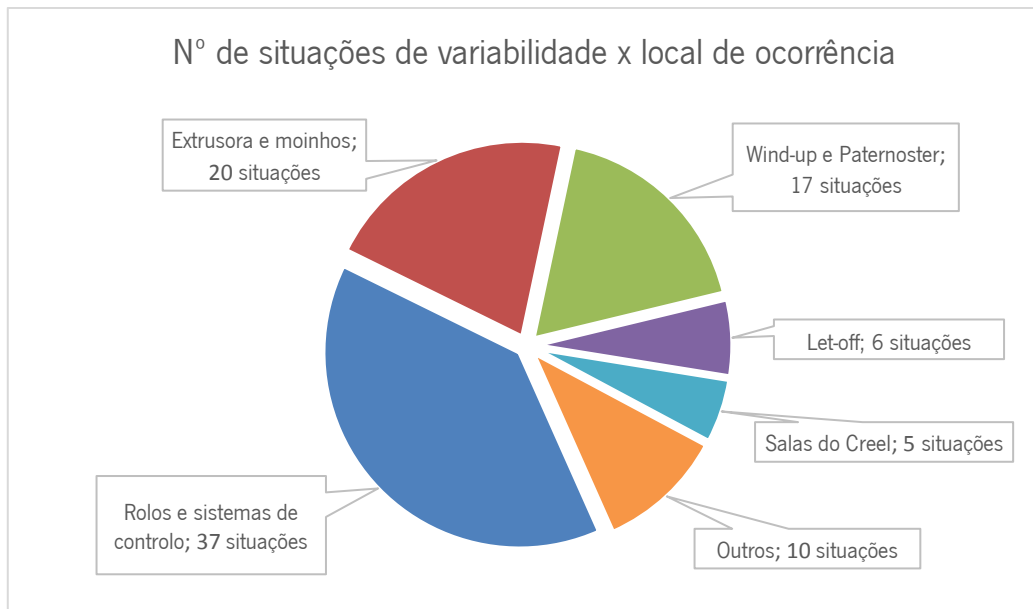


Figura 24 – Número de situações de variabilidade em função do local de ocorrência.

Observamos que o número de situações, quando discriminadas a partir dos locais do equipamento, coincidem com a hierarquia dentro da equipa. Ou seja, as situações ocorreram com mais frequência nos locais de responsabilidade dos 1º Operadores (rolos da calandra, sistema de controlo), seguido dos locais de responsabilidade dos 2º Operadores (extrusora, moinhos de aquecimento e de alimentação), do local de responsabilidade dos Operadores do *Wind-up* (*wind-up* e *paternoster*), dos Operadores do *Let-off* (*let-off*) e por último dos Operadores do *Creel* (salas do *creel*).

Apesar de entendermos não ser possível estabelecer, a partir dos dados recolhidos, uma relação direta entre a hierarquia dentro da equipa e a ocorrência de situações de variabilidade, esse facto sem dúvida leva-nos a refletir sobre as possíveis relações entre a hierarquia, a experiência e a capacidade de lidar com as diversas situações de variabilidade que ocorrem no processo da calandragem.

10.2.3.3. Principais Causas das Situações de Variabilidade

Em relação às causas ou fontes de variação que levam a tais situações, apesar de variadas, estas podem ser agrupadas em 3 tipos e correspondem a mais da metade das situações de variabilidade observadas²⁰⁰:

- avarias nos equipamentos e sistemas: 24 situações;
- variações nas matérias-primas: 20 situações;
- erros e disfuncionamentos nos equipamentos e sistemas: 12 situações observadas.

Em relação às 24 situações ocorridas devido às avarias dos equipamentos e sistemas acessórios, observamos que 7 situações estavam relacionadas às avarias do *paternoster*, seguido de avarias dos guinchos garibaldi (4 situações) e avarias da extrusora (4 situações). Avarias nos robôs do *creel*, no *wind-up* e nos cilindros de arrefecimento foram responsáveis por 2 situações cada, e avarias no *let-off*, nos moinhos e nos rolos da calandra causaram 1 situação de variabilidade cada.

Nossos dados vão ao encontro do que foi relatado por um 2º Operador (Turno B), que afirmou que as avarias são a causa mais comum dos problemas:

"os problemas são mais por avarias... [por exemplo] os botões dos painéis que não funcionam" (2º Operador/Turno B).

As avarias no *paternoster* foram as mais frequentes. Cabe ressaltar que nesses casos, há uma completa dependência da equipa de manutenção, visto que os operadores da calandra não são autorizados a entrar na zona do *paternoster*, e portanto não podem tomar nenhuma medida para corrigir o problema. Um 1º Operador relata sobre a cronicidade das avarias no *paternoster*.

"Há 10 anos atrás não dava tanto problema... há 1 ano e meio que está assim... numa semana funciona 2 dias... há mais ou menos meio ano colocaram calços nas guias das correntes... ficou bom por 30 dias" (1º Operador/Turno B).

Quanto às variações nas matérias-primas, observamos principalmente uma relação com a origem e a qualidade das mesmas. Os componentes de borracha são as matérias-primas com maior impacto nas situações de variabilidade, estando diretamente associadas a 20 situações observadas. O relato de um 2º Operador explicita a variação entre os compostos de borracha:

²⁰⁰ Cabe notar que, em diversas situações observadas, mais de uma causa estavam presentes.

"Às vezes varia o próprio material, às vezes eles vêm de fora [quando não há compostos suficientes na unidade e eles são importados de outras unidades]... muda pela própria ação da temperatura [do ambiente]" (2º Operador/ Turno C).

Sobre esse mesmo aspeto outro operador afirmou que:

"a borracha que vem da Alemanha é mais dura" (2º Operador/ Turno A).

Já o 2º Operador do Turno C ressaltou:

"Mas não é sempre assim... depende do período do ano... então temos que ter ações diferentes... no verão sai com mais bolhas... por causa da temperatura [ambiente] vulcaniza" (2º Operador/ Turno C).

Ainda em relação à variação dos compostos de borracha, para além da diferença de temperatura, existe uma variação na largura do lençol, o que impacta diretamente na atividade de trabalho. Essa incompatibilidade entre a largura do composto e da passadeira de alimentação é uma causa dos recorrentes encravamentos do composto na extrusora, e foi observado em diversas situações. Segundo o 2º Operador do Turno B, o encravamento do composto na extrusora é um dos problemas que mais ocorrem, enquanto o 2º Operador do Turno A apontou que:

"A passadeira de alimentação da extrusora é muito estreita para a borracha que vem da Alemanha [pois] ela é mais larga... tinha que ter uma passadeira mais larga para meter essa borracha" (2º Operador/ Turno A).

Observamos também que ocorrem situações devido à utilização de diferentes tipos de composto de borracha, que requer que os operadores tenham diferentes níveis de atenção e realizem diferentes ações. Quanto a essa questão, um 2º Operador citou que:

"esta borracha B460 é mais fácil de controlar, é mais homogénea e anda sempre certinha" (2º Operador/ Turno B).

Já o 2º Operador de outro turno discordou, e na opinião deste

"a B458 é a melhor borracha para trabalhar..." (2º Operador/ Turno C).

Problemas com os tecidos têxteis em cru associaram-se a 5 situações observadas. Em relação ao desfiamiento do tecido têxtil em cru, quando observado numa situação, um operador citou que:

"[isso] acontece muitas vezes... na hora de pegar o rolo com o empilhador, arrebenta o fio da trama e aí acontece isso" (1º Operador/ Turno A).

Quando questionado sobre a frequência dessa situação, o mesmo operador respondeu:

"Acontece mais ou menos 1 vez por mês... mas depende do estado do rolo" (1º Operador/Turno A).

Na opinião do 1º Operador do Turno B, diversas falhas ocorrem

"se o material [tecido têxtil em cru] não vier centrado no rolo do [fornecedor], pois pode rasgar, pode dobrar..." (1º Operador/Turno B).

Apesar de menos frequente, as variações nas cordas metálicas também foram observadas em 3 situações de variabilidade, além de terem sido diversas vezes mencionadas pelos operadores. Em relação à esse aspeto, os Operadores do *Creel* afirmaram que as bobines de um determinado fornecedor geralmente possuem mais problemas para serem desenroladas, e torcem mais.

Já em relação aos erros e disfuncionamentos dos sistemas, das 12 situações observadas, 6 foram causadas por erros no sistema de controlo automático dos rolos, 2 pelo sistema de controlo do *wind-up*, 2 pelo sistema de controlo do *paternoster*, 1 pelo sistema do *let-off*, e 1 pelo sistema dos cilindros de arrefecimento. Todos os erros dos sistemas fazem soar alarmes e são sinalizados no ecrã do sistema de controlo. O 1º Operador do Turno B explicou como age nessas situações:

"qualquer erro que a máquina tenha eu tenho que rearmar... há erros que não interferem no andamento da máquina, como o erro por causa do zig-zague da passadeira... mas quando aparece um novo tem que rearmar para não interferir" (1º Operador/Turno B).

10.2.3.4. Impactos e Consequências das Situações de Variabilidade

Observamos que as situações de variabilidade impactam tanto no trabalho dos operadores, quanto na qualidade do produto e na produtividade do processo. Em relação aos impactos na produtividade, observamos que:

- 10 situações culminaram em atrasos no arranque do estilo;
- 8 situações foi preciso diminuir a velocidade de produção;
- 20 situações foi preciso parar o equipamento para contornar a situação.

Nas situações causadas principalmente por avarias nos equipamentos e nos processos, observamos que, sempre que possível, os operadores optam por inicialmente reduzir a velocidade da calandra, para tentar resolver a avaria e não ser necessário interromper o processo. Em alguns

casos conseguiram resolver a situação e retomar a velocidade normal, e em outros foi preciso interromper a calandragem.

Já em relação à qualidade do material, observamos, em 19 situações, que o produto calandrado ficou fora dos requisitos de qualidade, sendo considerado *scrap*.

Entretanto, as situações de variabilidade geralmente impactaram em mais de um desses fatores – produto, processo e trabalho. Em 7 situações observadas houve perda do material calandrado, associado à perda da produtividade do processo. Isso porque as interrupções do processo de calandragem encontram-se geralmente associadas à uma perda de produto, devido à permanência do tecido nos rolos da calandra, o que causa o aquecimento excessivo do composto aderido²⁰¹. Somente nas situações em que a interrupção do processo ocorreu na fase de arranque do estilo, quando ainda não havia sido feita a impregnação do composto ou quando o tempo da interrupção foi muito reduzido (menos de 1 minuto), não houve perda de material devido à interrupção do processo.

Além disso, em todas as situações observadas, percebemos o impacto das situações de variabilidade na atividade de trabalho dos operadores, que desenvolviam ações específicas para corrigir ou contornar o problema e/ou as suas causas. Mesmo nos casos em que os operadores não tomaram nenhuma ação de correção, as situações implicavam na tomada de uma decisão. Esse é o caso de uma situação observada em que, um dos cilindros de arrefecimento estava com a soldadura partida e o 1º Operador decidiu manter a calandragem em ritmo normal até quando o cilindro “aguentasse”²⁰². Nessa e noutras situações, observamos que os operadores evitavam acionar as equipas de manutenção. Na opinião de um 2º Operador, o acionamento da equipa de manutenção é feita somente em último caso:

"O problema mais difícil é quando entra borracha na passadeira... tem que parar e limpar... se ficar encravado mesmo tem que chamar a Engenharia [manutenção]... se não for isso somos nós mesmos" (2º Operador/Turno B).

Em suma, para além dos impactos na produtividade e na qualidade, as situações de variabilidade impactam diretamente na carga de trabalho dos operadores da calandragem. Demandam exigências físicas (gestuais e posturais, para o manuseio de equipamentos e materiais), exigências

²⁰¹ O *scrap* que é gerado durante a interrupção da calandragem é também denominado pelos operadores como “material da paragem”.

²⁰² Situação Referência 20101112.06.C, conforme Anexo 13.

cognitivas (tomada e gestão das informações, processos decisórios, gerir adequadamente as informações e responsabilidades que permeiam essas situações) e psíquicas (comunicar, cooperar, respeitar as relações hierárquicas, cumprir as metas de produção a fim de receber os prêmios de produtividade).

10.2.3.5. Momentos de Ocorrência das Situações de Variabilidade

Assim que estabelecemos os primeiros contatos com a produção, fomos informados que a calandragem divide-se essencialmente em dois momentos:

- momentos críticos, quando são feitos os arranques da corrida ou a troca entre estilos, o que envolve uma série de ajustes no equipamento de forma a atender as especificações dos produtos; e
- momentos de controlo do processo, no qual a atuação dos operadores é de manter o processo sob controlo, garantir a qualidade do produto e a eficiência do processo.

Essa visão é partilhada pelos operadores, conforme evidenciado pelo relato de um 2º Operador:

"a maior dificuldade é o arranque da máquina, para dar muita ou pouca borracha, e fazer a mudança de tecido, para coordenar a quantidade de tecido e de borracha... depois de andar é só mesmo controlar, mais nada..." (2º Operador/Turno A).

Já de acordo com o relato de um 1º Operador, a fase de controlo de processo não há muitas tarefas a serem feitas, apesar da necessidade de estarem atentos ao processo:

"o problema dos 86 rolos [quando é produzido o tecido MPS04, o que leva cerca de 12 horas para calandrar o creel em sua totalidade] é adormecer... mas tem que estar atento para não ir extremos" (1º Operador/Turno D).

A opinião que os supervisores possuem sobre os dois momentos da calandragem também é semelhante, conforme evidencia a seguinte verbalização:

"tanto se faz [no arranque] e depois fica tudo aí à toa" (Supervisor/Turno C).

Nos documentos que contém prescrições do trabalho da calandragem essa mesma visão está presente. O documento *Método de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico* (Anexo 6), cita, após descrever as operações necessárias para iniciar a corrida de um novo estilo de tecido, a necessidade de “controlar todo o processo de modo a obter bons níveis de qualidade e

quantidade”. Entretanto, apesar do momento de controlo ser citado nas prescrições do trabalho, estas não especificam exatamente em que consiste essa atividade.

Desde o princípio de nossas observações, questionamos tal visão a respeito do processo da calandragem, e mais especificamente, dos momentos de controlo do processo. Em relação à essa questão, Leplat e Cuny (1983) citam que o controlo de processo se trata de função muito divulgada na indústria moderna, ainda em grande parte confiada ao homem, e que consiste em “vigiar o desenrolar, em parte automatizado, de um fabrico, ... e em efetuar as regulações, correções e recuperações de perturbações que se imponham” (p. 253). Mas os mesmos autores (Leplat e Cuny, 1983) apontam que esta caracterização é demasiado sumária, sendo preciso compreender ainda o tipo de fabrico, a conceção das instalações e as missões confiadas aos operadores.

Em nossa recolha de dados, observamos que os arranques e trocas de estilos são momentos críticos no processo da calandragem, em que os trabalhadores necessitam estar mais atentos para gerir diversas variáveis e atuar de forma coordenada. Nesses momentos ocorre um aumento no número e na utilização das interfaces (ajuste de facas, operação da prensa, entre outras). Entretanto, nossa análise revela que as situações de variabilidade ocorreram tanto nos momentos de troca e arranque do estilo (42 situações observadas), quanto nos momentos de controlo do processo (47 situações observadas). Ou seja, as situações de variabilidade tanto na fase de arranque como também no controlo do processo²⁰³. Apesar dos arranques serem momentos mais críticos, nos momentos de controlo, os operadores realizam diversas ações para antecipar ou corrigir disfuncionamentos, visando evitar a parada do equipamento e comprometer a qualidade do produto e a produtividade do processo.

A frequência das situações de variabilidade e as ações tomadas pelos operadores demonstra que os momentos de controlo de processo também envolvem a gestão das variabilidades do processo, o que é contrário à visão da organização e dos próprios operadores da calandra. Nesse sentido, o registo das situações de variabilidade auxiliou a modificar a ideia de que nos momentos de controlo os operadores “pouco ou nada fazem”, e a lançar luz sobre o que consiste, no caso da calandragem, o conteúdo da atividade de controlo do processo.

²⁰³ 6 situações observadas não foram associadas a nenhum dos dois momentos – troca e arranque do estilo ou controlo do processo, por terem ocorrido quando o equipamento não estava em produção.

Em sumo, podemos afirmar que o trabalho da calandragem é um trabalho de constante gestão das variabilidades, incluindo os momentos de controlo do processo. A análise das situações de variabilidade observadas na calandragem corrobora com o que afirmam Daniellou e Garrigou (1992): que a variabilidade das matérias-primas, do ambiente e das condições das ferramentas é geralmente subestimada pelas organizações.

10.2.4. A REGULAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS OPERATÓRIAS

Outra característica que identificamos a partir da Análise Ergonómica do Trabalho da calandragem é a necessidade de regulação e o desenvolvimento de estratégias operatórias. Mostramos que as situações de variabilidade eram rotineiras no trabalho da calandragem. As ações realizadas pelos operadores visam fazer a gestão dessas situações. Mas para além das ações feitas pelos operadores para dar conta das variações e ocorrências e corrigir os problemas, observamos uma diversidade de ações que são feitas pelos operadores para antecipar e evitar tais ocorrências. Ou seja, para além de ações que visam corrigir e contornar problemas – as estratégias de correção, os operadores fazem uso dos saberes acumulados ao longo de suas experiências para evitar que diversas situações ocorram – as estratégias de antecipação²⁰⁴.

No Anexo 14 descrevemos algumas das estratégias de antecipação observadas em cada um dos locais da calandra, assim como nos diferentes momentos do processo da calandragem.

Em relação aos objetivos dessas estratégias, destacamos, conforme a Figura 25, que de um total de 20 estratégias identificadas, algumas estavam associadas unicamente à garantia da qualidade do material produzido (6 estratégias²⁰⁵), e outras à produtividade da calandragem (6 estratégias²⁰⁶). Entretanto, a maioria das estratégias (8 estratégias²⁰⁷) relacionam-se tanto à qualidade quanto à produtividade, pois um material fora de especificação tem impacto direto no rendimento do processo, do mesmo modo que a interrupção do processo impacta na qualidade do material produzido.

²⁰⁴ Em alguns casos essas estratégias envolviam ações, e em outros somente uma necessidade de observação mais atenta ou do estabelecimento de comunicação.

²⁰⁵ Referências EO.EM.1, EO.EM.5, EO.WU.6, EO.WU.7, EO.AR.1., EO.AR.2, conforme o Anexo 14.

²⁰⁶ Referências EO.CR.1, EO.EM.4, EO.WU.2, EO.WU.3, EO.WU.4, EO.WU.5, conforme o Anexo 14.

²⁰⁷ Referências EO.CR.2, EO.CR.3, EO.CR.4, EO.CR.5, EO.LO.1, EO.EM.2, EO.EM.3, EO.WU.1, conforme o Anexo 14.

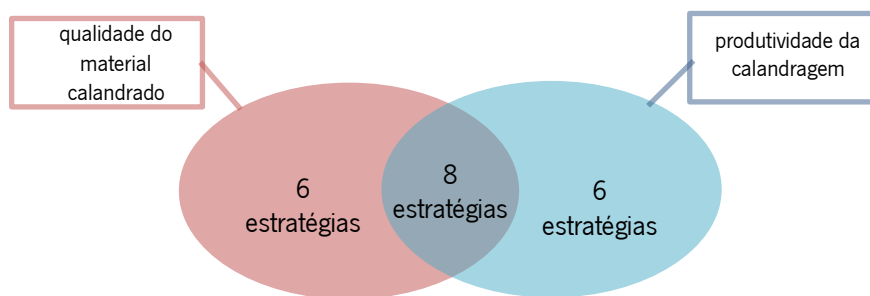


Figura 25 – Objetivos relacionados às estratégias operatórias.

Para além de gerir as constantes variabilidades, as estratégias operatórias visam cumprir com os objetivos da produção, incluindo os objetivos pessoais, como o recebimento das gratificações e prémios oferecidos pela Empresa. A verbalização de um operador explicitou esse facto:

"qualquer coisa aqui não para não... porque senão no fim do turno não há prémio"
(1º Operador/Turno C).

Em relação ao número de operadores envolvidos, observamos que a maioria das estratégias (16 estratégias) são desenvolvidas individualmente, enquanto outras (4 estratégias) requerem a ação coletiva dos operadores. Entretanto, em muitas das estratégias individuais, os operadores auxiliam uns aos outros, como por exemplo, alertando sobre a situação do processo. Destacamos também as estratégias desenvolvidas para corrigir avarias e disfuncionamentos do equipamento (6 estratégias²⁰⁸).

Ao longo de todo o processo da calandragem, os operadores também desenvolvem estratégias para mantê-lo sob controlo, e mesmo contrariando a visão de que nos momentos de controlo não é preciso fazer muito, um 2º Operador afirmou que:

"É preciso ficar atento aos sinais que indicam que algo está a correr mal... o sinal é visual... primeiro controlar a borracha" (1º Operador/Turno B).

10.2.5. O COLETIVO: A COORDENAÇÃO, A COOPERAÇÃO E A COMUNICAÇÃO

Nos primeiros contatos com o processo e o equipamento, o aspeto que nos saltou à vista foi o facto do trabalho da calandragem ser realizado por vários operadores²⁰⁹. Em determinados momentos, cada um dos operadores realiza operações específicas, atuando em pontos diferentes

²⁰⁸ Referências EO.CR.1, EO.CR.3, EO.LO.1, EO.WU.2, EO.WU.3, EO.AR.2, conforme o Anexo 14.

²⁰⁹ De facto, a calandra de 4 rolos é o equipamento da unidade na qual se trabalham equipas com um maior número de operadores.

do equipamento. Já em outras ocasiões, se reúnem em forças-tarefas, quando ocorre a mobilização de vários operadores, como, por exemplo, para fazer o arranque do estilo.

Observamos que a dimensão coletiva do trabalho é fundamental na calandragem, e deve-se tanto às características técnicas e às dimensões do equipamento como também às diversas situações em que são necessárias a mobilização conjunta dos operadores.

Clot (2008 citado por Machado, Araújo, Zambroni-de-Souza e Athayde, 2010) afirma que os coletivos de trabalho “tem uma função primordial na manutenção e no desenvolvimento de um ofício, sendo condição para que alguém consiga realizar bem seu trabalho e aperfeiçoar seu estilo pessoal, incorporando e sendo incorporado pelo coletivo” (p. 701). Essa importância é partilhada pelos operadores da calandragem, conforme evidencia a seguinte verbalização de um operador:

"Até hoje ninguém quer vir... antes era um turno, dois, três... agora são cinco... ninguém queria vir trabalhar na calandra, todo mundo tem uma ideia errada da calandra, que trabalha muito, que tem que saber, que tem que ser em equipa..." (1º Operador/Turno B).

Além disso, salientamos o facto da dimensão coletiva não ser citada nos documentos com as instruções e procedimentos do trabalho, ou seja, os coletivos de trabalho são formados a partir da necessidade real dos operadores de cumprir os objetivos e otimizar o processo da calandragem. Assim, apesar de ter um papel fundamental para o trabalho na calandra, tais coletivos não são reconhecidos formalmente, chegando até mesmo a serem estigmatizados pelos operadores da Empresa.

Ao buscar compreender em que se estruturam os coletivos do trabalho da calandragem, identificamos três características elementares: a coordenação, a cooperação e a comunicação.

- *Coordenação*

Apesar dos operadores da calandragem possuírem tarefas específicas, que variam em função do local ou equipamentos de responsabilidade do operador assim como da hierarquia dentro da equipa, o trabalho na calandragem não pode ser entendido como completamente parcelizado, pois ele deve ser realizado de forma coordenada²¹⁰.

²¹⁰ Entendemos a coordenação no mesmo sentido de Athayde (1996 citado por Machado et al., 2010), como sendo a operação presencial e conjunta na realização de uma tarefa.

Para Dejours (2005), o trabalho é "uma atividade coordenada desenvolvida por homens e mulheres para enfrentar aquilo que, em uma tarefa unitária, não pode ser obtido pela execução estrita da organização prescrita" (p. 43). Por isso, a coordenação constitui-se como elemento essencial do trabalho. No caso da calandragem, essa necessidade de coordenação está diretamente ligada às características técnicas do equipamento. Apesar de existirem equipamentos, como os acumuladores, que visam criar uma "independência" entre determinadas partes do equipamento, a maioria das operações do processo da calandragem deve ser feita de forma sincronizada, com as ações sendo feitas simultaneamente às de outros operadores localizados em pontos distintos do equipamento.

Uma operação realizada fora do momento correto impacta outras nas operações realizadas por outros operadores, podendo causar um efeito de propagação. Isso pode implicar na necessidade de paragem do equipamento, perda da produtividade do processo e geração de *scrap*.

- *Cooperação e Colaboração*

Para além da coordenação, a cooperação e a colaboração são também características essenciais que permitem e sustentam a formação dos coletivos de trabalho na calandragem. Isso corrobora com a opinião de Dejours (1993), que entende que o coletivo deriva da definição de cooperação, ou seja, que não há coletivo sem cooperação, pois

a cooperação é a base de um trabalho coletivo. Da ausência de cooperação, espacial e/ou a combinação temporal dos vários agentes resulta na formação de um grupo (ou no máximo de uma multidão), mas não num coletivo, em seu senso estrito. (s.p.)

Em diversos momentos, os operadores saem de suas áreas de responsabilidade para auxiliar outros operadores em determinadas tarefas. Isso é mais relevante em momentos como o arranque do estilo, quando observamos a mobilização de todos os operadores do turno. De forma cooperada, os 1º Operadores verificam se está tudo preparado para que a calandragem possa ser iniciada, em seguida fazem os ajustes no sistema. Outros operadores sobem nas escadas laterais para ajustar as facas e corte de extremos e posicionar as tiras de composto das passadeiras nos bancos. No início da corrida, os operadores se coordenam para ajudar a remover os extremos e aplicar os *bleeders*, fazendo com o que o arranque seja realizado com o máximo de agilidade possível, otimizando o processo e minimizando a geração de *scrap*. Um 1º Operador afirmou, em ocasiões diferentes:

“enquanto eles fazem isso eu faço o arranque” (1º Operador/Turno C).

“apesar de todos trabalharem juntos, a área mais crítica é aqui no controle da espessura” (Operador do Let-off/Turno C).

Mas para além dos momentos de arranque do estilo, em diversas outras ocasiões, os operadores saem de suas áreas de responsabilidade e formam forças-tarefas para colaborar na resolução de problemas e disfuncionamentos que ocorrem no processo e no equipamento. Observamos diversas iniciativas de colaboração, como, por exemplo: ajudar a desencravar compostos de borracha presos na saída da extrusora e nas passadeiras transportadoras, ajudar a finalizar a preparação das cordas metálicas no *creel* porque foi necessário alterar a Ordem de Produção, entre outros.

Ou seja, mesmo que os 1º e os 2º Operadores tenham maiores responsabilidades sobre o processo, todos os outros operadores colaboram para a realização das operações, para fazer o controle das variáveis e para identificar e resolver avarias e disfuncionamentos. É, portanto, semelhante aquilo que Lhuilier (2006 citado por Machado et al., 2010) aponta, que “em um trabalho coletivo o que é determinante não é a co-presença ou o pertencimento formal, mas a cooperação manifestada e o sentimento de pertencimento que liga cada um aos outros em uma unidade de trabalho” (p. 701).

Assim como a coordenação, a cooperação e a colaboração são intrínsecas e presentes nas equipes de trabalho da calandra, mesmo não sendo formalmente estabelecidas. Na opinião de Dejourn (1993), as relações de cooperação construídas pelos membros de um grupo não são dadas a partir do exterior, estabelecidas de fora. Quanto a isso, Machado et al. (2010) citam que

para que a cooperação ocorra é necessário que as maneiras de trabalhar de cada um possam ser conhecidas pelos outros, que sejam visíveis a partir da confiança entre aqueles que trabalham, sendo fundada sobre a ética (regras do ofício) e sobre a racionalidade da ação em relação aos valores morais. Estabelece-se, desse modo, uma retroação entre a formação do coletivo e a cooperação. (p. 701)

Em muitos casos, observamos uma tomada de decisão conjunta dos operadores, mesmo existindo hierarquia formal dentro da equipa. Como afirma Athayde (1996 citado por Machado et al., 2010. p. 71), as trocas interindividuais permitem ajudar a resolução individual do problema. Na definição sobre o sequenciamento dos produtos, por exemplo, observamos que os operadores conversam

entre si, para saber se os compostos de borracha estão disponíveis para determinado estilo, ou se há rolos de *liner* disponíveis.

- *Comunicação*

A comunicação revelou-se também um elemento essencial para o trabalho na calandragem, seja para a tomada de decisões conjuntamente ou para a troca de informações sobre o andamento do processo. A comunicação entre os operadores se dá de diversas formas, ocorrendo tanto explicita quanto implicitamente. Os operadores se comunicam verbalmente, através de sinais ou por meio de códigos estabelecidos tacitamente.

No momento de arranque da corrida, a comunicação ocorre tanto verbalmente (como, por exemplo, quando o Operador do *Let-off* comunica ao 1º Operador localizado próximo aos rolos da calandra, que a emenda está a se aproximar, para que as facas sejam levantadas por outro operador e para que o 2º Operador inicie a formação dos bancos de composto) quanto por sinais (como, por exemplo, através de sinais ou movimentações das mãos). Ainda em relação às facas, um 1º Operador salientou que caso isso não seja feito, pode danificar o equipamento, e portanto,

"Não pode esquecer... nunca! (1º Operador/Turno A).

Outro operador citou que:

"a faca pode pegar na emenda e pode soltar, pode partir..." (1º Operador/Turno B).

No arranque, geralmente o 1º Operador conversa com os outros operadores, confirmando se o arranque pode ser iniciado. Num dia de observação, registamos o 1º Operador a perguntar aos outros operadores:

"Está tudo ok?... vamos lá" (1º Operador/Turno C).

Além disso, nos casos de ocorrência de alguma falha no produto, os operadores utilizam diversos códigos para comunicarem entre si. Observamos a aplicação dos *bleeders* em ziguezague para sinalizar ao operador do *wind-up* algum problema no material calandrado, como, por exemplo, um falha de borracha. Um 1º Operador explica:

"assim vai marcado, para lá na frente ver que tem falha no produto... e mais a etiqueta de processo..." (1º Operador/Turno C).

O arranque também deve ser registado no sistema, para que conste na etiqueta de identificação dos rolos que é entregue aos operadores do Corte. Nos tecidos metálicos, deve ser sinalizado que o rolo terá o material do início do processo. Os 1º Operadores registam "Primeiro rolo do *creel*", no campo "Ocorrências" do sistema. Um operador salientou que

"isso para eles [os operadores do Corte] estarem atentos, pois algo pode estar mal" (1º Operador/Turno C).

Isso é necessário pois, como afirmou outro operador,

"o primeiro rolo do creel é sempre mais complicado" (1º Operador/Turno A).

A comunicação também é utilizada pelos operadores da calandra para sinalizar problemas no material para os operadores do Corte. São utilizadas formas de comunicação verbais e não-verbais, como gestos e sinais. Isso é feito, por exemplo, pelo 1º Operador através do registo de ocorrências²¹¹ no sistema (que são impressas na etiqueta de identificação dos rolos), e também por alguns operadores do *wind-up*, que colocam um pedaço de plástico entre as camadas do rolo de material calandrado indicando o local no rolo onde há material fora de especificação. A colocação dos *bleeders* em ziguezague também é outra forma de comunicar problemas no tecido aos Operadores do *Wind-up* e do Corte.

Percebemos a importância da comunicação para o trabalho da calandragem, pois, assim como cita Vigotsky (citado por Falzon, 2007) a atividade é também formada pelo conjunto dos "discursos sobre a ação", uma vez que as interações com os outros são uma dimensão da ação, não só no sentido em que são os instrumentos da ação, mas no sentido em que a fala desempenha um papel na resolução dos problemas encontrados. Para Schegloff (1987 citado por Coulon, 1995, p. 41) a comunicação constitui uma "apoteose da organização social".

²¹¹ Como por exemplo: "Falha de Borracha" e "Cordas Abertas".

10.3. A Competência para e no Trabalho da Calandragem

Se entendemos o trabalho da calandragem como sendo disperso e distribuído ao longo do equipamento, de constante gestão das variabilidades, baseado em estratégias operatórias, e também coletivo, baseado na cooperação, na colaboração e na comunicação, é fundamental abordarmos o que é necessário para que uma pessoa possa realizar esse trabalho.

Ao refletirmos e aprofundarmos sobre as quatro características que identificamos na atividade de trabalho da calandragem, buscamos entender como os operadores desenvolvem as suas capacidades para realizar tal trabalho. Percebemos a importância dos saberes acumulados pelos operadores ao longo da sua experiência. Nesse sentido, a questão da competência torna-se incontornável para compreender o trabalho da calandragem.

10.3.1. A CONSTRUÇÃO DA COMPETÊNCIA

A história do desenvolvimento das competências dos trabalhadores da calandragem remonta ao momento de instalação do equipamento na Empresa. Retomamos a história da instalação do equipamento, conforme foi-nos relatado pelos operadores²¹², para entender como a competência para o trabalho da calandragem foi sendo construída.

A instalação do equipamento da unidade e o início da sua produção em janeiro de 1994 coincide com o momento da reestruturação produtiva da Empresa, a entrada do grupo alemão e a formação da *joint venture*. Com a instalação da calandra de 4 rolos seria possível alcançar maiores níveis de produção, pois até então, a calandragem de tecidos têxteis e metálicos era feita numa calandra de 3 rolos, o que obrigava que o processo fosse realizado em duas etapas separadamente, com a aplicação da camada de borracha em cada um dos lados do tecido de forma sequencial, o que demandava maior tempo de processamento.

Se por um lado a *joint venture* trouxe investimentos em termos de modernização dos equipamentos da unidade, também representou, para a Empresa, desafios em termos das qualificações necessárias aos operadores. Um operador relatou:

"Nos anos 90 [quando veio a empresa alemã], eles fizeram uma série de testes para ver o que cada um era capaz de fazer... em geral os operadores que tinham

²¹² Conforme já citamos, muitos daqueles que ainda são operadores da calandra de 4 rolos, já trabalhavam na Empresa na época de sua instalação, e acompanharam esse processo.

aqui eram de baixa escolaridade, o normal era ter só até a 4ª classe" (1º Operador/Turno B).

Outro operador citou que:

"A história da máquina é complicada porque ninguém queria ver... queriam colocar gente com 12º ano, porque achavam que tinham mais capacidade para aprender" (1º Operador/Turno D).

Se existia, por parte da organização, uma tentativa de avaliar as qualificações dos operadores necessárias para se operar o equipamento recém-instalado, houve também o investimento na formação dos operadores, com o envio de alguns deles para uma unidade localizada em França²¹³, onde já havia uma calandra de 4 rolos em operação. Mesmo com a preocupação a respeito das qualificações e com as iniciativas de formação *on-the-job*²¹⁴, os operadores que acompanharam a instalação da calandra recordam que foi necessário um tempo para que se conseguisse produzir os tecidos calandrados no equipamento:

"demorou mais ou menos uns 3 ou 4 meses de afinação e adaptação do pessoal" (1º Operador/Turno B).

As dificuldades vivenciadas logo após a instalação do equipamento advinham do facto de se tratar de um equipamento novo, mas também devido à necessidade de que os trabalhadores fossem capazes de construir os seus próprios saberes, visto que, mesmo com a formação feita num equipamento similar, nenhum dos operadores possuía ainda todas as competências necessárias para operar a calandra.

Após o início da operação do equipamento, os operadores passaram progressivamente a melhorar os seus próprios métodos de trabalho. Segundo um operador, já após essa fase inicial, as estratégias que desenvolveram passaram a ser vistas como um *benchmarking*²¹⁵ pela Empresa:

"Depois virou a máquina mais eficiente, com menos scrap do grupo. Por exemplo, em França, a mudança de têxtil para metálico, demorava 1 hora para fazer... a

²¹³ Coincidentemente, a mesma unidade que foi fechada no ano 2009. Ou seja, a calandra que seria instalada na unidade portuguesa é a mesma que alguns dos operadores haviam feito a sua formação na unidade francesa.

²¹⁴ De acordo com Silva (2007), a expressão formação *on-the-job*, utilizada na linguagem comum para o conceito de "formação em contexto de trabalho" é relativamente frequente no contexto das empresas e organizações e refere-se, de uma forma geral, às aprendizagens planeadas ou não planeadas que ocorrem no posto de trabalho, ou, em sentido mais lato, em contexto de trabalho, e tem um papel determinante na produção, na qualidade do produto ou serviço e na competitividade.

²¹⁵ "Processo destinado a melhorar o desempenho e os procedimentos de uma empresa, baseado na avaliação e comparação de desempenho e procedimentos de outras empresas" (Dicionário Priberam Online, 2016).

gente fazia em 20 minutos... Vieram aqui ver o 'ovo de Colombo'" (1º Operador/Turno D).

10.3.2. A COMPETÊNCIA E AS CARACTERÍSTICAS DO TRABALHO

Para compreendermos em que consiste a competência necessária para o trabalho da calandragem, analisamos como ela perpassa cada uma das características que identificamos em nossa análise. Ou seja, a competência para ser capaz de atuar em diversos locais do equipamento, para lidar com as variabilidades do processo, para desenvolver estratégias para contorná-las e evitá-las, assim como para trabalhar de forma coletiva, coordenada e colaborativa.

Entretanto, é importante ressaltar que as reflexões que trazemos entre a competência e cada uma das características do trabalho da calandragem que apontamos é meramente analítica, no sentido de que todos esses elementos estão relacionados e se expressam concomitantemente, revelando a função integradora da atividade, como mencionam Guérin et al. (2001).

- *A Competência para o Disperso e Distribuído*

Devido ao facto da calandra possuir grandes dimensões, o trabalho de seus operadores requer o desenvolvimento de competências para perceber e agir de forma dispersa e distribuída. A estabilidade do processo implica na ação e na tomada de observação a partir de diversas interfaces, como citamos anteriormente, e na percepção do que se passa ao longo de todo o processo.

Isso encontra-se ainda fortemente relacionado com a dimensão coletiva do trabalho, com a necessidade de coordenação das operações, assim como a colaboração nos momentos críticos do processo e na correção de disfuncionamentos. O relato de um operador evidencia como ele age em seu local de trabalho mesmo quando um problema ocorre num outro local:

"Se acontece uma avaria lá embaixo [wind-up], se demorar tem que colocar o moinho mais lento... era bom que o blending mill tivesse controlo de velocidade, para quando tivesse uma avaria poder atuar nesse sentido... não é bom deixar borracha dentro da extrusora..." (2º Operador/Turno B).

Isso demonstra claramente como a competência é fundamental para ter a percepção "global" de como o processo está a decorrer e de agir localmente ou cooperadamente. A necessidade de desenvolver a percepção e a comunicação revela-se essencial para a competência no trabalho da calandragem.

- *A Competência para Gerir as Variabilidades*

De acordo com Zarifian (1999 citado por Fleury e Fleury, 2001) a emergência do modelo de competência é justificado a partir de três mutações principais do mundo do trabalho. Uma das mutações identificadas pelo autor que justifica a emergência do modelo da competência é a noção de incidente, aquilo que ocorre de forma imprevista, não programada, vindo a perturbar o desenrolar normal do sistema de produção, ultrapassando a capacidade rotineira de assegurar sua autorregulação. Por isso, o autor (Zarifian, 1999 citado por Fleury e Fleury, 2001) defende que a competência não pode estar contida nas predefinições da tarefa, pois a pessoa precisa estar sempre mobilizando recursos para resolver as novas situações de trabalho. Ou seja, a necessidade de saber agir a partir dos incidentes.

Um operador apontou, por exemplo, como distingue a ocorrência de um incidente, no caso, as bobines de cordas metálicas estarem sendo desenroladas e torcidas:

“pelo som... quando é [um problema com a] bobine faz tipo tac tac... faz um barulho diferente” (Operador do Creel/Turno C).

Um operador explica, por exemplo, como a mudança de uma matéria-prima modifica a sua ação:

“não é sempre igual... [os novos operadores] anotavam [os valores especificados do sistema] e tal... mas se a borracha for mais dura precisa de aperto maior, aí já dá outro valor” (1º Operador/Turno B).

A competência perpassa portanto reconhecer os seus objetos de trabalho, os diferentes materiais e matérias-primas, o equipamento e os seus sistemas. A atividade é regulada pelas reações táteis dos operadores, principalmente pela observação visual, como evidencia a verbalização de um operador:

“É preciso ficar atento aos sinais que indicam que algo está a correr mal... o sinal é visual... primeiro controlar a borracha” (1º Operador/Turno B).

Entretanto, isso não se revela nas prescrições, que tratam o processo de calandragem como algo invariante, independente do produto em processo, das matérias-primas utilizadas ou das condições de manutenção do equipamento. Praticamente nenhuma das ações realizadas pelos operadores nas situações de variabilidade estão descritas nos documentos da Empresa que contém as instruções e os métodos de trabalho, apesar de terem sido recorrentemente observadas em nossa recolha de dados. Não identificamos nesses documentos referências sobre as ações a tomar no caso de disfuncionamentos e avarias do equipamento, ou quando ocorre variação nas

matérias-primas. Somente no caso do material calandrado não estar dentro das especificações, são indicadas as ações corretivas a serem tomadas.

Já em outros casos, observamos que essas ações eram condenadas pela organização formal. A estratégia de um operador, que tentava alinhar os sensores dos robôs do *cree/* para que eles operassem corretamente²¹⁶, foi considerada a causa de um acidente de trabalho ocorrido no equipamento. Um aviso afixado na sala do *cree/* mencionava tal estratégia²¹⁷ e o acidente:

“A ação de desenrasque, que tinha por objetivo manter o equipamento em automático, para se ganhar algum tempo, mesmo ultrapassando os procedimentos de segurança estabelecidos, levou à ocorrência do acidente com o nosso colaborador, no dia 21 de setembro, às 23h15. O resultado foi o colaborador no hospital e o equipamento parado um turno e meio. Perdeu o trabalhador e a empresa” (Aviso/Empresa).

Ou seja, quando permitem alcançar os objetivos da produção, essas estratégias são bem vindas ou até mesmo “ignoradas”. Mas quando não são bem sucedidas, e por exemplo, são entendidas como causas de acidentes de trabalho, são questionadas ou condenadas pela organização.

O que defendemos é que esse posicionamento não condiz com a realidade do trabalho por não abordar a necessidade dessas estratégias para fazer face às variabilidades. Consideramos que há sempre variações no processo que são imprevisíveis, e portanto, imprescritíveis. O que está em jogo é o reconhecimento dessas situações e a valorização da importância das ações dos trabalhadores para fazer face a elas. O que não se pode aceitar é que elas simplesmente permaneçam não reconhecidas como fulcrais para a produção ou condenadas pela organização.

- *A Competência para Desenvolver Estratégias Operatórias*

A competência para o trabalho da calandragem não consiste somente na entrada de valores corretos ao sistema, ou numa sequência definida de operações: envolve ser capaz de avaliar as características necessárias do material e das matérias-primas, e na correta e atempada gestão das variabilidades. Nesse sentido, destacamos, para além do trabalho físico, de ação, visualização, e comunicação, um componente da atividade da calandragem de ordem cognitiva, fundamental para o desenvolvimentos dessas estratégias.

²¹⁶ Estratégia Referência EO.CR.1, conforme Anexo 14.

²¹⁷ Coloquialmente denominada em Portugal como “desenrasque”.

Conforme a perspectiva de Fleury e Fleury (2001), a competência não se limita a um estoque de conhecimentos teóricos e empíricos detido pelo indivíduo, nem se encontra encapsulada na tarefa. De acordo com Zarifian (1999 citado por Fleury e Fleury, 2001), a competência é a inteligência prática para situações que se apoiam sobre os conhecimentos adquiridos e os transformam com tanto mais força quanto mais aumenta a complexidade das situações.

Nesse sentido, a competência para agir para além daquilo que está prescrito, envolve diretamente a capacidade de regular as situações e o desenvolvimento de estratégias operatórias, e se constroem a partir das experiências pessoais daqueles que trabalham. Na calandragem, observamos, por exemplo, como diferentes operadores desenvolvem diferentes estratégias, o que é inclusive reconhecido por eles:

"cada um trabalha à sua maneira" (1º Operador/Turno A).

"eu puxo a corda de 6 bobines, mas cada um faz dum jeito..." (Operador do Creel/Turno C).

Mas para além das diferenças pessoais, os operadores reconhecem que as suas estratégias encontram-se baseadas em suas experiências. Três verbalizações evidenciaram os limites das prescrições e a necessidade de outros saberes para o trabalho da calandragem:

"tem coisas que não tem no manual" (1º Operador/Turno B).

"tem o que tem que saber, mas tem algo a mais, o que ver, como ver" (1º Operador/Turno B).

"[cortar a borracha com o moinho em funcionamento] não é difícil... é o jeito... mas os novatos não conseguem" (2º Operador/Turno A).

Observamos como, nas situações de variabilidade, os operadores desenvolvem métodos alternativos para atuar sobre ela a partir de suas competências. Quanto à essa questão, Rasmussem (1987 citado por Diniz et al., 2005) defende que

as modificações do comportamento diante das disfunções do processo produtivo são, comumente, os únicos meios que os trabalhadores dispõem para avaliar os seus limites de adaptação, constituindo um fator importante para o desenvolvimento de habilidades e de *know-how* profissional. (p. 912)

O desenvolvimento de estratégias de antecipação demonstram claramente a competência desenvolvida pelos operadores, ao longo da sua experiência, isso porque antecipar uma situação perpassa ter vivido aquela situação anteriormente uma situação semelhante, ou ainda ter compartilhado a experiência vivida por outros operadores. Observamos que as situações podem ser imprevistas, porém poucas vezes são inéditas para os operadores.

Refletimos, portanto, como a competência encontra-se diretamente ligada à capacidade de antecipação. Esse é o caso, por exemplo, daquilo que está encoberto na definição de um “trabalho de controlo”, em que parece se resumir a estar à espera de um evento para agir. Zarifian (2001b citado por Lima et al., 2015) cita que trabalhar é fazer face aos eventos. Nós concordamos, mas também entendemos que trabalhar em competência, é, para além disso, ser capaz de antecipar esses eventos. E a gestão daquilo que é imprevisto só é possível de ser feita a partir da competência. Para nós, as estratégias operatórias são uma mobilização, uma manifestação concreta da competência. Do mesmo modo, a competência é necessária para desenvolver estratégias. Ou seja, constituem dois lados da mesma moeda: só desenvolve estratégias quem é competente, e só é competente quem é capaz de desenvolver estratégias.

- *A Competência para o Coletivo*

A competência para o trabalho da calandragem também está intimamente ligada à sua dimensão coletiva. Ao longo da história do equipamento, os operadores criaram e aprimoraram os seus próprios modos operatórios, o que por sua vez se alimentava pelo aspeto coletivo. Tal dimensão coletiva do trabalho perpassa também aquilo que Engeström e Middleton (1998 citado por Santos-Lima, 2009) definem como cognição compartilhada. Ainda de acordo com esses autores (Engestom e Middleton, 1998 citado por Santos-Lima, 2009),

nas atividades de trabalho de um coletivo cada indivíduo possui “conhecimentos parcialmente redundantes com os dos outros”.... Este compartilhar está além da somatória dos conhecimentos individuais, na verdade é um orientador, um estruturador das ações e interações entre os membros do grupo. (p. 15)

Isso só ocorre porque há espaço na organização para que se formem os coletivos e para que os coletivos possam desenvolver as suas formas conjuntas de resolução dos problemas.

Podemos fazer um paralelo interessante com a descrição de Clot (2006, 2008 citado por Machado et al., 2010) a respeito do desenvolvimento do coletivo de trabalho com o desenvolvimento das competências para o trabalho:

ao se iniciar em um novo ofício, o ingressante procura realizar o trabalho a partir dos conhecimentos adquiridos durante os treinamentos formais..., mas percebe que são insuficientes. Nesse momento, o ingressante circula em esferas mais externas do coletivo de trabalho. Ao perceber aquela insuficiência, procura dar novos passos em direção ao núcleo do coletivo profissional, observando os mais experientes para copiar o que fazem, mas percebe novamente que tal estratégia é ainda insuficiente. Começa, desse modo, a incorporar aquele coletivo, mas este ainda se situa como algo que lhe é externo, que ele precisa, portanto, tentar copiar. Finalmente, o iniciante começa, a partir das trocas mais efetivas com os outros, a compreender as regras próprias daquele meio profissional e a incorporá-las a seu modo. Pode, assim, trabalhar de sua própria maneira, com seu próprio estilo pessoal no interior de um gênero profissional (Clot, 2006, 2008). (p. 702)

Ao desenvolver suas competências, o trabalhador pode seguir ou eventualmente modificar as regras daquele coletivo. Para Machado et al. (2010), “nesse momento, quando esse coletivo deixa de ser algo externo para ele, passa a sentir-se e a ser reconhecido como membro do coletivo, já que as regras coletivas do ofício estão também nele, verdadeiramente incorporadas” (p. 702).

Nesse sentido, o coletivo e a competência cumprem também um papel de construção da saúde no trabalho, pois ainda como refere Clot (2006 citado por Machado et al., 2010), o coletivo de trabalho oferece instrumentos para que cada um supere as dificuldades encontradas no seu meio, servindo de zona de desenvolvimento potencial.

10.3.3. A COMPETÊNCIA E A GESTÃO DOS RISCOS

A nossa análise revelou que o trabalho da calandragem constitui-se como sendo coletivo, distribuído e coordenado entre diversos operadores, que lidam com situações de variabilidade que emergem frequentemente e desenvolvem estratégias para atingir os objetivos da produção. Ressaltamos que todas essas características exigem que um conjunto de competências sejam desenvolvidas pelos operadores. Mas dentro da competência para o trabalho da calandragem, encontra-se ainda aquela necessária para a gestão dos riscos do trabalho. Diversas competências são desenvolvidas pelos operadores da calandragem para identificar e gerir os riscos a que estão submetidos em seus quotidianos de trabalho.

Muitos desses riscos são conhecidos e ressaltados pelos operadores, como por exemplo, a manipulação direta dos equipamentos, suas partes rotativas e móveis. As estratégias utilizadas

pelos operadores perpassa desde manter os cabelos curtos até desenvolver modos operatórios específicos, sendo as mãos e pés as partes do corpo de maior preocupação. Os operadores citaram que:

“[para trabalhar aqui tem que ter] cabelo curto, pois devido à eletricidade estática pode puxar o cabelo e enrolar no equipamento” (1º Operador/Turno B).

“é um trabalho que se tem que ter muito cuidado com as mãos... se apanha as mãos vai o resto [do corpo]” (2º Operador/Turno C).

Numa observação, um operador ressaltou que:

“[tem que] colocar a mão sempre aqui... se colocar ali ou ali fica sem mão” (Operador do Creel/Turno B).

No *wind-up*, quando questionamos para que servia um conjunto de pedais, o operador afirmou que:

“[os pedais do wind-up eu] não uso, o sujeito pode se enrolar e pode morrer esmagado” (Operador do Wind-up/Turno B).

Em outra ocasião, esse operador apontou ainda que a gestão dos riscos envolve estar atento ao que se passa no processo:

“só pode trabalhar com uma mão, porque senão você entra [na máquina]... isso ultrapassa a segurança... a pessoa tem que ser mais fina... estar com atenção... duas pessoas já perderam a ponta dos dedos colocando plástico no rolo”²¹⁸ (Operador do Wind-up/Turno B).

Outra estratégia desenvolvida pelos operadores é evitar o contato com os fumos que são liberados devido ao aquecimento dos compostos de borracha. Observamos que durante a calandragem de determinados estilos, os operadores evitam ficar próximos aos rolos da calandra. Quando questionamos o porquê disso a um 1º Operador, ele informou-nos que determinados compostos fazem mais fumo do que outros, e que provavelmente aquele fumo não devia fazer bem para a saúde. A região perto da entrada do material reforçante nos rolos da calandra também é evitada pelos operadores, devido à emissão de radiação dos sensores de medição de espessura do tecido.

²¹⁸ Conforme relatado, tais acidentes ocorreram quando outros operadores auxiliavam o operador do *wind-up* a embalar os rolos de tecido.

Assim como o processo da calandragem, os riscos a ele associados não são estáveis. Eles emergem com as situações de variabilidade e com as estratégias que os operadores desenvolvem para gerir as situações. A relação entre riscos, percepção dos riscos e estratégias operatórias é revelada numa verbalização de um operador, que afirmou que:

"todos os dias estamos sujeitos a vários riscos e o sujeito às vezes nem percebe... mas eu não faço certas coisas não..." (Operador do Let-off/Turno C).

A verbalização de um 1º Operador revela como faz, simultaneamente, a gestão de uma situação de variabilidade e dos riscos, atento ao cumprimento das normas da Empresa. Após uma situação de encravamento de composto de borracha numa passadeira transportadora, o operador afirmou:

"Eu não podia fazer isso não... por norma eu tinha que chamar a manutenção... mas como eu tenho aquele ferrinho ali eu empurro a passadeira e com o ferrinho e dá para puxar a borracha... eu também tenho outra ferramenta ali que eu podia tirar o rolo, mas nesse caso eu tinha que parar a máquina" (1º Operador/Turno A).

Como as situações de variabilidade são frequentes, a convivência com os riscos é rotineira na calandragem. A verbalização de um 1º Operador que sofreu um acidente de trabalho ao realizar uma estratégia operatória, quando destorcia uma corda metálica que não estava sendo desenrolada corretamente²¹⁹, revela como os operadores convivem rotineiramente com os riscos do trabalho:

"puxei o braço para não ir... já tinha tomado uns sustos ali... mas nunca nada sério... é tudo muito rápido... a sorte é que era da corda fina... se fosse da grossa tinha arrancado a ponta do dedo" (1º Operador/Turno E).

O acidente de trabalho ocorrido com os robôs do *creel* que referimos anteriormente também está diretamente associado a uma estratégia desenvolvida pelos operadores. Entretanto, observamos que aquela estratégia era rotineira na preparação das cordas metálicas e operação dos robôs do *creel*. Mais uma vez, salientamos a necessidade de refletir sobre as variabilidades e sobre a necessidade de geri-las que se impõem nos quotidianos de trabalho, e como elas impactam na gestão dos riscos do trabalho.

²¹⁹ Conforme o operador nos relatou, após o arranque do estilo, identificou que havia uma corda que não estava sendo corretamente alimentada em processo. Assim, ele decidiu cortar a corda, para colocá-la novamente em processo. Quando colocou a corda nos rolos, ela foi puxada pela máquina, que estava em funcionamento. Como a corda estava torcida, enrolou em dois dedos do operador. O operador puxou o braço e a corda arrebentou.

As visões e políticas que ignoram ou condenam essas estratégias, colocando muitas vezes o operador numa posição de transgressor ou de incumpridor de normas, são aquelas que ignoram o facto de que trabalhar é gerir variabilidades, mas também gerir riscos que emergem delas. Essas visões, de nada contribuem para a busca da compreensão do que seja o trabalhar, e tampouco para a busca de sua transformação.

Em nossa perspetiva, tal reflexão envolve ser capaz de lidar com essa dualidade das estratégias, que por um lado são consideradas “boas”, ou “aceitáveis”, pois permitem alcançar os objetivos da produção, desenvolver as competências dos operadores, mas que por outro lado pode ser vistas como “negativas” ou mesmo como sendo uma “causa direta” de acidentes de trabalho.

Essa reflexão, entretanto, não deve desconsiderar aquilo que se entende como sendo as “exigências contraditórias” das tarefas. Uma verbalização de um operador mostra como numa situação de trabalho estas exigências se expressavam:

"são riscos que se corre para a máquina não parar... o supervisor está sempre a dizer 'tem que ser sempre a andar'... mas também tem conflitos entre os supervisores... não existe uma concordância entre as opiniões..." (Operador do Let-off/Turno C).

Entender estas diversas exigências é fundamental para compreender que a gestão da variabilidade, assim como a gestão dos riscos, não estão dissociadas do cumprimento dos objetivos da produção.

10.4. A Atividade de Trabalho de Manutenção e Limpeza da Calandra de 4 Rolos

As limpezas da Calandra de 4 Rolos são importantes para o bom funcionamento do equipamento, para a qualidade do ambiente de trabalho, assim como para a qualidade do material produzido.

As verbalizações dos operadores exemplificam tal importância:

"Os rolos tem que ser limpos, porque senão dá problema de qualidade no tecido" (Operador de Limpeza/Empresa subcontratada).

"[o algodão] é ruim, para o produto, ruim para os operadores... gasta-se milhões de euros para a limpeza disso" (Operador de Limpeza/Empresa subcontratada).

As limpezas da calandra também têm importante papel na prevenção de acidentes, em função principalmente da formação de cristais inflamáveis derivados do aquecimento do composto de

borracha. Esses cristais se formam nas superfícies do equipamento, principalmente na zona acima dos bancos de composto de borracha. Conforme foi-nos explicado por um operador:

"estás a ver ali? esses cristais são inflamáveis, e por isso não pode-se deixar acumular muito" (Operador de Limpeza/Empresa subcontratada).

Mesmo com a relevância da limpeza para a calandra, o número de operadores da equipa de limpeza é considerado insuficiente para todas as tarefas. Um dos operadores afirmou:

"muitas vezes não fazemos as coisas por causa do tempo e das prioridades" (Operador de Limpeza/Empresa subcontratada).

Essa opinião é também expressa pelo Encarregado de Supervisão da limpeza da calandra de 4 rolos:

"se vejo que o serviço está atrasado, ou reforço a equipa ou resolvo na hora... certas coisas eles precisavam de mais tempo... mas a produção está a pedir a máquina" (Encarregado de Supervisão da limpeza).

A limpeza do algodão, derivado dos tecidos têxteis, é considerada como o mais impactante na carga de trabalho, como verbalizado por um operador:

"ali o importante é ter um bom sistema de aspiração... reduziria muito o nosso trabalho" (Operador de Limpeza/Empresa subcontratada).

Em nossa recolha de dados, observamos a dificuldade dos operadores da limpeza em alcançar e acessar determinados locais do equipamento²²⁰, sendo que a zona considerada mais crítica para a limpeza são os cilindros de aquecimento, devido ao pouco espaço e a elevada temperatura da estufa. Questionamos aos operadores como são feitas as limpezas dos locais e equipamentos em que não há qualquer tipo de acesso. Foi-nos informado que algumas zonas não são limpas durante as limpezas semanais, como, por exemplo, os cilindros de arrefecimento, como foi referido por um operador de limpeza:

²²⁰ Num dia, por exemplo, um operador olhava uma luminária no alto do equipamento impregnada de algodão em sua superfície. Observamos que provavelmente ele estava a pensar que a ela certamente precisava de ser limpa. Ao perceber que estava sendo observado, olhou-nos e fez um gesto de bater os braços, como se precisasse voar para alcançar o local.

"nas paragens [das manutenções preventiva] é muito difícil de limpar, porque para montar andaime ali fica difícil, então só limpa uma vez no ano [na paragem prolongada no final do ano]" (Operador de Limpeza/Empresa subcontratada).

Em nossa primeira entrevista com o Encarregado de Supervisão, ele afirmou não haver nenhum relato de dificuldades para realizar as limpezas na calandra e nenhum tipo de queixa por parte dos operadores:

"não tem relato nenhum disso" (Encarregado de Supervisão da limpeza).

Somente em contatos posteriores realizados, o supervisor citou a falta de acesso a determinados locais, assim como a dificuldade de remover partes dos equipamentos, muitas vezes necessária para a limpeza. Em nossas entrevistas, deu-nos a sugestão que a nova calandra tivesse sistemas com maior facilidade para remoção, por parafusos móveis ou encaixes, como, por exemplo, as passadeiras transportadoras e os elementos de proteção de segurança dos equipamentos. Isso porque:

"pois o pessoal [da limpeza] não tem chave [ferramentas] para retirar as proteções" (Encarregado de Supervisão da limpeza).

O supervisor citou ainda a dificuldade de realizar a limpeza dos cilindros de aquecimento, sugerindo aumentar o espaço da estufa. Sugeriu também que houvesse lugar ou alguma estrutura de apoio para a colocação de andaimes, para realizar a limpeza dos cilindros e sistemas localizados em maior altura. Segundo ele, devido à altura da calandra, não se pode

"pôr um homem a trabalhar sem estar preso com linha de vida" (Encarregado de Supervisão da limpeza).

A falta de ferramentas e a falta de estruturas para acessar e alcançar determinados locais dificulta a realização das limpezas pelos operadores, e impacta diretamente na qualidade do trabalho executado, na carga física de trabalho e no risco de acidentes, pois muitas vezes é preciso adotar posturas inadequadas, alcançar zonas de difícil acesso e fazer maior esforço físico.

Já o trabalho das equipas de manutenção da calandra é muito diversificado, por se tratar de um equipamento de grande porte, com diversos equipamentos e sistemas acessórios. Há portanto uma diversidade de tarefas que são da responsabilidade das equipas de manutenção preventiva e da manutenção de turno da Empresa.

Além disso, no ponto de vista dos operadores de produção, as equipas de manutenção são insuficientes para a quantidade de tarefas de manutenção necessárias a todos os equipamentos da unidade. Os operadores afirmaram:

“a calandra é a máquina da empresa que mais dá manutenção” (Operador do Wind-up/Turno C).

“muita máquina e pouca gente para dar manutenção” (2º Operador/Turno A).

Descrevemos a seguir uma tarefa específica da equipa de manutenção – a troca dos rolos da calandra²²¹, conforme havíamos nos comprometido com o Engenheiro de Projeto, durante a Fase 1 da investigação.

Mencionamos anteriormente que a troca dos rolos é fundamental para garantir a qualidade do material calandrado. Um operador de produção relatou tal importância:

“a troca dos rolos feita no Natal uns dois anos atrás deu quilos e quilos de scrap e ninguém descobria o que era... o pessoal que retificou o rolo o fez com 1 milímetro a mais... demorou uns 4 ou 5 meses para descobrir o que era e consertar” (1º Operador/Turno E).

A troca dos rolos demora cerca de 4 dias para ser concluída, sendo 1 dia dedicado à desmontagem e remoção dos rolos, 2 dias à colocação e montagem dos novos rolos e 1 dia à calibração dos mesmos. Após a troca dos rolos, a calandra é devolvida para a produção, quando ainda passa por ajustes finais. Segundo o responsável pela manutenção, muitas melhorias já foram feitas no trabalho da troca dos rolos:

“antes demorava 1 dia para tirar 1 rolo... agora já tiramos 2 rolos no mesmo dia” (Engenheiro de Manutenção/DE).

Ainda para o Engenheiro de Manutenção, a parte mais difícil da troca de rolos é a desmontagem e remoção dos rolos. Em alguns casos também é preciso desmontar partes de outros equipamentos e sistemas, como expressa a verbalização do responsável pela manutenção:

“mas esses rolos [rolos 2 e 3] são mais fáceis... os rolos 1 e 4 são mais difíceis de tirar porque tem que tirar as passadeiras²²²” (Engenheiro de Manutenção/DE).

²²¹ Essa manutenção encontra-se sob a responsabilidade da divisão de Manutenção da Direção de Engenharia. Observamos sua realização em dezembro de 2010.

²²² A cada ano troca-se 2 dos 4 rolos da calandra, alternadamente (rolos 1 e 4 ou rolos 2 e 3).

Observamos que a falta de espaço para a remoção dos rolos, é um dos principais constrangimentos da atividade, o que foi também verbalizado pelo responsável pela equipa de manutenção:

"se não tivesse isso aqui [moinho de alimentação] dava mais jeito" (Técnico Mecânico de Manutenção/DE).

O espaço reduzido disponível também dificulta a utilização de dispositivos (tais como empilhadores, talhas, etc.) que possam auxiliar a troca dos rolos. Observamos que se trata de um trabalho com muitos riscos envolvidos. Cada rolo da calandra pesa cerca de 5 toneladas, e a sua remoção é feita praticamente manualmente. Empilhadores elétricos são utilizados somente quando os rolos já estão fora da estrutura da calandra, para transportá-los. O relato do responsável pela manutenção demonstra a sua perceção do risco envolvido:

"se arrebenta uma corda dessas [cordas utilizadas para amarrar os rolos nos guincho] é uma desgraça" (Engenheiro de Manutenção/DE).

O alcance aos rolos também é difícil, sendo que os operadores da manutenção ficam em pé sobre um palete apoiado nas pás de uma empilhadeira para poderem atuar nos locais, como, por exemplo, para sacar os rolamentos, que precisam submetidos à pressão e temperatura para serem removidos. Na colocação dos rolos observamos também a dificuldade de transportar o rolo, sendo necessário passar o rolo de um guincho para o outro, devido à falta de espaço no local.

Ou seja, o trabalho da manutenção da calandra de 4 rolos é um trabalho diversificado. Algumas tarefas são mais complicadas e de maior risco envolvido. A troca dos rolos da calandra é uma delas.

10.5. Considerações acerca das Técnicas e Ferramentas Utilizadas na Recolha de Dados

Como apontam Guérin et al. (2001), apesar da consideração da variabilidade dos sistemas ser uma preocupação fundamental da abordagem ergonómica, a variabilidade não se expressa necessariamente na escala temporal de uma ação ergonómica, visto que ao longo do tempo, ocorrem variações sazonais, desgaste das instalações, envelhecimento da população, etc. Ainda de acordo com esses autores (Guérin et. al., 2001), "certos fatores da variabilidade operam de maneira aleatória: disfunções das instalações, qualidade das matérias-primas" (p. 163).

Apesar de nossos esforços em quantificar e classificar as situações em termos de suas frequências, locais de ocorrência, etc., podemos inferir que a quantidade de situações que foram observadas é muito inferior do que o número total de situações que ocorrem na calandragem. Mesmo considerando que o número de situações registadas ser extenso, esse constitui certamente uma amostra pequena frente ao que é vivenciado pelos operadores, seja em outros turnos de trabalho, ao longo dos dias, dos meses e dos anos de trabalho na calandragem.

Guérin et al. (2001), apontam os limites de uma observação da atividade, que para esses autores devem-se tanto à ordem prática, ligados às técnicas usadas, como também limites ligados aos próprios fundamentos da observação. Em nosso caso, entendemos que isso deve-se, em grande parte, às limitações das técnicas e ferramentas utilizadas na recolha de dados, baseadas essencialmente na observação direta e na recolha realizada por somente um observador num período limitado de tempo. Além disso, as dimensões espaciais do equipamento, a localização dos operadores em locais afastados, assim como o carácter diversificado das operações, não podem ser ignorados como constrangimentos e dificuldades da recolha de dados.

Além disso, é oportuno salientar que, dentre as situações de variabilidade observadas, aquelas mais fáceis de serem identificadas eram as de resolução mais complexas, pois nesses casos, muitos operadores eram envolvidos, assim como diversas verbalizações entre eles eram estabelecidas para facilitar a coordenação e a resolução dos problemas. Entretanto, acreditamos que diversas outras situações são experienciadas por somente um operador, muitas vezes sem ser notada pelos outros operadores ou mesmo por nós. Ou seja, era uma questão de oportunidade estarmos próximos ao operador e portanto sermos capazes de identificar e compreender porque a situação ocorreu e conversar com o operador sobre a situação vivenciada.

Soma-se a isso o facto de, principalmente no início da recolha de dados, muitas das estratégias feitas pelos operadores provavelmente não terem sido percebidas, devido ao nosso pouco conhecimento do processo ou à falta de confiança dos operadores em relatar-nos as ocorrências. Mesmo após alguns meses de contatos com os operadores, algumas situações que ocorriam no processo ainda eram novidades para nós.

Assim, a análise das situações foi limitada, devido ao facto de que:

- a maioria das situações registadas são aquelas em que são visíveis a necessidade de ações, ou seja, implicam estratégias de correção por parte dos operadores;

- a maioria das ações registadas são aquelas em que mais de um operador esteve envolvido (estratégia coletiva), em sua maioria percebidas em função da necessidade dos operadores comunicarem entre si;
- estratégias de correção individuais só foram percebidas quando encontrávamo-nos próximo à situação, ou quando éramos capazes de percebê-las à distância, a partir de nosso conhecimento sobre o processo ou da recolha de verbalizações;
- estratégias de antecipação individuais não são facilmente percebidas, sendo muitas vezes implícitas na própria atividade. Essas eram obtidas principalmente através da recolha de verbalizações.

Ou seja, por trás do que o observador vê, há um “mundo de variabilidades” (Duraffourg, 2013) que são geridas pelos trabalhadores. Descobrir e desvendar parte desse mundo é um dos papéis dos ergonomistas envolvidos nos processos de concepção.

Breve Síntese do Capítulo

Iniciamos o presente capítulo descrevendo como procedemos a recolha de dados na situação de referência. Aplicando os princípios do método da Análise Ergonómica da Atividade de Trabalho, centrada em evidenciar o trabalho prescrito, o trabalho real e as variabilidades, observamos que os operadores da calandra de 4 rolos fazem em seus quotidianos, e o porquê fazem determinadas ações e operações. Procuramos identificar aquilo que estava presente na realidade do trabalho da calandragem e que não estava contido nas prescrições do trabalho.

Resguardados os limites da nossa investigação, apontamos quatro características que julgamos centrais no trabalho da calandragem. Citamos como o trabalho da calandragem se desenvolve de forma dispersa e distribuída ao longo de todo o equipamento, evidenciado a partir da nossa tentativa de mapear as interfaces de ação e visualização.

Nossa análise revelou ainda que situações de variabilidade são rotineiras no trabalho da calandragem, e ocorrem devido às frequentes variações no processo de calandragem, no equipamento e nas matérias-primas. Demonstramos a importância da gestão dessas situações de variabilidade para o cumprimento dos objetivos da produção. Evidenciamos que essa gestão, fundamental para o processo da calandragem, se expressa principalmente através de estratégias operatórias desenvolvidas pelos operadores, que atuam no processo, buscando agir para corrigi-las ou preveni-las. Mostramos como esses fazem uso de recursos formais e informais na regulação

da atividade, para responder às exigências do trabalho. Identificamos, para além do trabalho físico, observável, de ação, visualização, e comunicação, um componente do trabalho de ordem cognitiva, visando fazer face às situações vivenciadas. Relatamos a sua dimensão coletiva, envolvendo a necessidade de coordenação, cooperação e comunicação.

Disso, apontamos em seguida, como a competência, construída pelos operadores a partir da suas experiências, é um elemento estruturante para e no trabalho da calandragem. Salientamos ainda como a construção do saber-fazer e do agir competente perpassa também a gestão dos riscos que existem nas situações de trabalho, mas que também emergem a partir da realização do trabalho. Ou seja, as estratégias dos operadores implicam na gestão simultânea dos objetivos da produção e dos riscos.

Finalizamos o capítulo pontuando algumas considerações acerca das técnicas e ferramentas utilizadas na recolha de dados.

Página deixada propositadamente em branco.

CAPÍTULO 11. FASE 3: A CONCEÇÃO DO NOVO EQUIPAMENTO, AS DEMANDAS E A PARTICIPAÇÃO

"Em que é que eu acredito? Acredito que os pesos de todas as coisas tem que ser novamente determinados"

Nietzsche, A Gaia Ciência

No Capítulo 9 descrevemos como se desenvolveu a primeira fase da investigação de campo, na qual negociamos a sua realização e escolhemos o objeto de estudo sobre o qual nos dedicaríamos. Já no Capítulo 10 relatamos a segunda fase, centrada na análise da situação de referência, e apresentamos quatro características do trabalho realizado na calandra de 4 rolos evidenciadas a partir da Análise Ergonómica do Trabalho.

No presente capítulo descrevemos a terceira fase da investigação de campo. De acordo com o planeado, essa fase centrar-se-ia na integração com a equipa de engenharia e na participação da conceção da nova calandra de 4 rolos. O objetivo era definir pontos de melhoria, gerar requisitos ergonómicos e incorporá-los ao projeto. Assim, iniciamos descrevendo como estabelecemos os contatos com a equipa de engenharia e com outros atores pertinentes. Em seguida, relatamos como buscamos configurar as demandas para a conceção da nova calandra de 4 rolos. Seguidamente, apontamos como tentamos promover a participação de outros atores na conceção, e relatamos como tivemos acesso aos desenhos da nova calandra. Finalizamos o capítulo descrevendo como ocorreu a interrupção da investigação na Empresa. Da mesma forma como fizemos nos dois capítulos antecedentes, narramos a nossa trajetória metodológica e trazemos reflexões sobre o que vivenciamos no campo.

11.1. Os Contatos com a Equipa de Engenharia Responsável e com outros Atores Pertinentes à Conceção

A terceira e última fase da investigação de campo teve início em dezembro de 2010 e decorreu até abril de 2011²²³. Nela, mantivemos nossos contatos com os operadores de produção e estabelecemos contatos com novos atores. Nos aproximamos da equipa responsável pelo projeto da nova calandra, visando acompanhar o processo de conceção. Para além do Engenheiro de Projeto, contactamos o Técnico Mecânico e com o Técnico Eletricista, e fizemos uma entrevista

²²³ Parte da terceira fase da investigação se deu concomitantemente à segunda fase.

com o Desenhador, contratado exclusivamente para a elaboração dos desenhos do *layout* da estrutura metálica do equipamento. Desejávamos melhor conhecer a equipa de engenharia e acompanhar suas atividades, com o intuito de nos integrarmos a ela. Também entrevistamos um Engenheiro Industrial que havia participado numa etapa prévia do projeto, decorrida antes do início da investigação na Empresa.

Ainda nessa fase, realizamos reuniões participativas com os operadores de produção e entrevistamos o responsável pelo Programa TPM da Empresa.

11.2. As Demandas para a Conceção da Nova Calandra de 4 Rolos

11.2.1. A AUSÊNCIA DE UMA DEMANDA CONFIGURADA

Conforme citamos no Capítulo 9, o desenvolvimento da investigação na Empresa partiu de uma solicitação vinda da nossa parte. Nas reuniões na primeira fase da investigação, já após a definição da calandra como objeto de estudo, não foi manifestada nenhuma demanda específica em termos de melhorias do processo, da qualidade ou do trabalho da calandra de 4 rolos, exceto aquela solicitada pelo Engenheiro de Projeto, relativa à tarefa da troca dos rolos da calandra.

Entretanto, entendíamos que a inexistência de uma demanda, por parte da Empresa, não significava que não haviam possíveis pontos de melhorias para a nova calandra de 4 rolos. Acreditávamos que evidenciar a atividade de trabalho poderia contribuir para a melhoria das condições de trabalho e o desempenho do processo da calandragem. Além disso, tínhamos em mente que a conceção de um artefacto é um momento crucial para buscar transformar situações de trabalho, e que portanto, tratava-se uma oportunidade única participar de tal projeto.

Entendemos que éramos os únicos atores portadores da vontade de promover a incorporação da Ergonomia na conceção da nova calandra e que, portanto, cabia a nós identificar pontos de melhoria e configurar as demandas. Isso seria feito a partir da análise da situação de referência, o que foi feito na segunda fase.

Logo nos primeiros contatos com a produção, percebemos que o trabalho da calandragem não possuía nenhum componente considerado como alvo trivial da Ergonomia: não envolvia repetição, as movimentações de cargas eram feitas dentro de limites normativos aceitáveis e não havia erros crassos em termos de interfaces de ação e de visualização. Entretanto, a ausência desses

elementos não significava para nós que o trabalho da calandragem não pudesse ser melhorado em termos da segurança, da saúde e do bem-estar daqueles que o realizam. Da mesma forma, entendíamos que a ausência de demandas por parte da Empresa não significava que o processo em si não pudesse ser otimizado.

11.2.2. CONFIGURAR AS DEMANDAS PARA A CONCEÇÃO A PARTIR DE UMA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

De acordo com o método da AET, uma ação ergonómica parte de uma demanda, uma necessidade de transformação de uma realidade existente. Já no quadro teórico da Ergonomia de Conceção, as demandas para a conceção podem ser entendidas como situações existentes na atualidade que se deseja que não estejam presentes no futuro, mas também como situações existentes que desejamos replicar no futuro. Devemos nos questionar, a partir daquilo que conhecemos hoje, o que queremos modificar, ou o que queremos preservar, ou seja, qual a nossa vontade relativa ao futuro. Como salienta Daniellou (2004), devemos questionar quais situações de trabalho queremos.

Entretanto, numa ação que se volta para a conceção, nem sempre as demandas encontram-se explícitas ou mesmo bem definidas. Logo, um dos primeiros desafios da Ergonomia de Conceção é configurar as demandas, ou seja, entender e definir quais problemas que se deseja tratar, ou ainda quais as melhorias que se pode promover a partir da conceção.

Conforme o Paradoxo da Ergonomia de Conceção, como teorizado por Pinsky e Theureau (1984 citado por Béguin, 2007b, Daniellou, 2007, Jackson, 1999, Wisner, 1994), não é possível analisar uma situação que ainda não existe. Por isso, o método da AAF, se apoia nas situações de referência, nas quais é possível conhecer o estado atual em situações semelhantes daquelas que provavelmente existirão no futuro. Entretanto, numa situação de referência, ao tentar definir o que deve ser alvo de sua vontade de transformação, o ergonomista se depara com duas questões:

- o que observar na situação de referência; e
- quais são os critérios de aceitabilidade daquilo que é existente na situação de referência.

Dois motivos justificam a importância dessas questões. O primeiro é o facto de que somente a partir da capacidade de ver um problema somos capazes de lhe dar tal *status*, e somente a partir daí é possível ponderá-los, ou seja, estabelecer critérios de nos permitam julgar até que ponto

aquele problema é aceitável ou não. Como defende Schön (1998), entender um problema é a parte mais importante para a sua solução. O segundo motivo é porque são as demandas, os problemas que desejamos tratar, que devem nortear a concepção.

Para além da identificação das SACs e do mapeamento das interfaces, procuramos, desde os nossos primeiros contatos na calandra de 4 rolos, identificar alguma situação possível de ser melhorada através da concepção. Procuramos estar atentos aos principais constrangimentos, dificuldades e riscos do trabalho. Além disso, também nos mantivemos atentos aos aspetos relativos ao desempenho do processo: produtividade, eficiência, qualidade, entre outros. Fomos em busca daquilo que Leplat e Cuny (1983), definem como os diversos “sintomas da situação”, o que pode incluir os erros, os incidentes críticos, os acidentes, as avarias, os defeitos da produção, entre outros.

Mas para além dessas técnicas, buscamos outras fontes de dados que poderiam nos auxiliar a configurar as demandas para a concepção.

- *A Observação do Trabalho na Calandra de 4 Rolos em Operação*

A observação das atividades dos operadores da calandra em operação, assim como a recolha de verbalizações forneceram elementos para nos ajudar a identificar pontos de melhoria e configurar demandas para a concepção da nova calandra de 4 rolos. Ao longo dos nossos contatos com os operadores, observamos constrangimentos na operação do equipamento, principalmente aqueles relacionados com as situações de variabilidade. Da observação e registo dessas situações, conseguimos obter uma variedade de dados sobre as estratégias desenvolvidas pelos operadores, sobre os riscos que estão sujeitos no dia a dia do trabalho e como tudo isso é gerido pelos operadores. Na análise desses dados, evidenciamos como o real do trabalho da calandragem distancia-se do que é prescrito. Logo, entendemos que as situações de variabilidade e as estratégias dos operadores constituiriam a principal fonte de dados para configurar as possíveis demandas para a concepção da nova calandra de 4 rolos.

- *A História da Calandra de 4 Rolos em Operação*

Para além daquilo que observamos no trabalho da calandra de 4 rolos, acreditamos que o histórico das modificações feitas na calandra de 4 rolos em operação também nos seria útil para configurar as demandas para a concepção da nova calandra de 4 rolos.

Sabemos que as alterações feitas em equipamentos industriais nem sempre se encontram documentadas e organizadas nas empresas. Não são raros os casos em que não é possível obter desenhos atualizados dos equipamentos, ou ainda casos em que essas informações encontram-se dispersas entre projetos e departamentos diferentes. Entretanto, tínhamos uma situação peculiar, visto que alguns dos operadores trabalhavam no equipamento desde a sua instalação na unidade. Isso nos trazia o benefício de poder consultá-los para resgatar o histórico das modificações do equipamento, cientes ainda de que muitas dessas alterações haviam sido sugeridas pelos próprios operadores. Assim, aproveitamos esse facto para conhecer quais haviam sido as alterações feitas no equipamento ao longo do tempo e como essas alterações haviam representado melhorias nas condições de trabalho e na otimização do processo.

Nossa intenção era, portanto, resgatar esse histórico para avaliar a pertinência de incorporá-las na conceção da nova calandra de 4 rolos. Algumas modificações foram citadas pelos operadores. Um 1º Operador citou que:

"[foram] pequenos pormenores... por exemplo, os detetores de falha de borracha, de encravamento, de quando acaba corda... aumentou os [número de cilindros dos] acumuladores, os cilindros de arrefecimentos eram 8 e passaram para 12... o sistema de leitura [da espessura do tecido calandrado] que só tem 3 anos... as passadeiras, que mudou [porque] o composto agarrava muito material nelas e encravava toda hora... e mais algumas coisas que existiam mas que não estavam a trabalhar... exemplo o sistema elétrico [de rotação dos rolos da calandra]... cada motor puxa por si mesmo... trocou o antigo sistema mecânico" (1º Operador/Turno A).

Mas o mesmo operador relatou que essas mudanças foram sendo acompanhadas por uma mudança nos modos operatórios e com o desenvolvimento das competências para o trabalho da calandragem:

"nós também fomos melhorando os métodos de trabalho... quando acontece alguma coisa já sabemos o que fazer... só o facto, por exemplo, [do tocar] da sirene... [eu] já sei" (1º Operador/Turno A).

Entendemos que cada situação de trabalho carrega em si uma história, e isso inclui a história do artefacto utilizado em sua realização. Logo, essa história pode ser uma importante fonte de informações sobre as necessidades que emergem a partir do uso e que motivam alterações e adaptações. Por isso, defendemos que esse histórico pode ser utilizado como fonte para configurar

demandas para a concepção de novos artefactos, e deve, quando possível, ser resgatado pelos ergonomistas.

- *Outras Fontes para Configurar Demandas para a Concepção*

Além da observação e análise da atividade e da busca do histórico do equipamento, outras fontes nos poderiam ser úteis para configurar as demandas para a concepção da nova calandra de 4 rolos.

Uma delas eram as invenções locais feitas pelos operadores, ou aquilo que Béguin (2007a) denomina “catacrese”. O calço para os rolos de tecido têxtil colocados na estação de desenrolamento²²⁴ é um exemplo. Apesar de um operador relatar que tal estratégia é pouco impactante, ela revela a situação real vivenciada e o porquê tal estratégia é necessária:

“por exemplo, meter o calço na zona do let-off, no rolo de tecido cru... não interfere para nada a qualidade, coisa tão insignificante... já se fez uma sugestão para isso... mas se estiver à espera do TPM para resolver isso... mas isso não é para pôr... tem que pôr porque a máquina está avariada... não centra o tecido” (Operador do Let-off/Turno C).

Ou seja, mesmo constituindo um problema da manutenção, a sua resolução é feita pelo operador, através de sua capacidade de desenvolver soluções, muitas vezes improvisadas, que auxiliam sua atividade de trabalho. Nosso intuito em buscar tais invenções vai ao encontro do que Folcher e Rabardel (2007) defendem: a utilização das “gêneses instrumentais” desenvolvidas pelos usuários como inspiração para a concepção.

Entendíamos também que uma outra fonte possível para configurarmos as demandas era o histórico de acidentes ocorridos na calandra de 4 rolos. Solicitamos à DSIA o fornecimento dessas informações, mas elas não foram disponibilizadas. Pretendíamos também obter os registos de adoecimentos relacionados ao trabalho da calandragem, mas fomos desaconselhados a solicitar estes dados aos Serviços Médicos da Empresa pois, segundo o Diretor da DSIA, estes são sigilosos. Mesmo assim, obtivemos os relatos pessoais dos operadores sobre os principais acidentes ocorridos no equipamento. Mesmo não conseguindo confrontar esses relatos com os dados formais da Empresa, tais relatos nos permitiram refletir sobre alterações que poderiam ser propostas na concepção da nova calandra para minimizar os riscos associados ao trabalho da calandragem.

²²⁴ Conforme citado na Estratégia Operatória referência EO.LO.1, no Anexo 14.

Identificamos ainda uma outra possível fonte de informações para configurar as demandas para a conceção: as sugestões feitas pelos operadores para modificações na calandra em operação mas que não haviam sido aceitas pela Empresa. Tais sugestões estavam a cargo do Programa TPM da Empresa²²⁵.

11.2.3. A IMPORTÂNCIA DAS DEMANDAS PARA A CONCEÇÃO

Para além daquilo que é observável numa situação de referência, refletimos como outras fontes podem ajudar o ergonomista a configurar as demandas para a conceção. Entendemos que cabe ao ergonomista, envolvido numa ação ergonómica em conceção, desenvolver sua capacidade investigativa e exploratória para configurar demandas a partir de fontes diversas. Ou seja, a capacidade de antecipar uma situação futura provável é quão mais rica quanto for a capacidade do ergonomista de compreender situações semelhantes, seja no presente assim como no passado. O ergonomista deve se fazer valer do máximo possível de fontes de recolha de informação, visto que sua capacidade de análise da situação futura é temporalmente limitada devido ao Paradoxo da Conceção (Midler, 1993 citado por Jackson, 1999; Midler, 1996 citado por Béguin, 2007b).

Em relação aos critérios de aceitabilidade daquilo que é existente na situação de referência, é preciso que o ergonomista esteja atento ao seu compromisso ético-profissional. Daniellou (2004) traz essa questão, ao questionar quais são os critérios pra considerar uma situação de trabalho como sendo aceitável e positiva para a saúde dos trabalhadores. Para além da preservação da saúde dos trabalhadores, o ergonomista pode também estabelecer critérios de aceitabilidade de aspetos como a segurança do trabalho, a qualidade dos produtos e a produtividade dos processos.

Em suma, a configuração das demandas para a conceção perpassa a habilidade do ergonomista em buscar fontes e mobilizar outros pontos de vista sobre os problemas vivenciados pelos trabalhadores, e de reconfigurá-los a partir da atividade. Resgatamos as palavras de Durrafourg (2013), que afirma que

contra todos os dogmatismos, a começar pelo liberal, sob o qual estamos vivendo atualmente, aprendi que o verdadeiro problema não reside nas soluções, mas na maneira pela qual as questões são construídas. Disso resulta a orientação que condiciona todo o

²²⁵ Retomamos esse aspeto no item 11.4.1.

resto: é preciso começar por desconstruir/reconstruir as questões, para instruí-las do ponto de vista do trabalho. (p.44)

Nesse sentido, evidenciamos a importância da construção social da intervenção, aqui fundamentada na identificação de outros atores pertinentes que possam manifestar possíveis demandas e contribuir para configurá-las. Nesse sentido, os critérios de aceitabilidade também devem ser negociados com os outros atores, pois as lógicas e interesses em jogo num contexto produtivo são diversas. O papel do Ergonomista é, portanto, para além de identificar pontos de melhoria, o de mobilizar os atores pertinentes, expor novos pontos de vista e negociar os critérios de aceitabilidade daquilo que se deseja para uma situação futura.

11.3. A Conceção da Nova Calandra de 4 Rolos, a Relevância dos Critérios Ergonómicos e a Lógica Da Atividade

11.3.1. REPLICAR A CALANDRA EM OPERAÇÃO: O PRINCIPAL CRITÉRIO DA CONCEÇÃO

Na terceira fase da investigação de campo, fomos informados pelo Técnico Mecânico da equipa de engenharia que esta pretendia que a nova calandra de 4 rolos fosse o mais similar possível à calandra em operação²²⁶, mesmo com a previsão de modificações em alguns sistemas e estruturas²²⁷. Ou seja, o principal critério da conceção era replicar a calandra em operação. Numa verbalização, o Técnico Mecânico evidenciou esse aspeto:

"Tem o projeto antigo da França e tem o projeto da calandra atual... a ideia é deixar exatamente igual a essa [calandra em operação] ... a ideia é igual... fazer a mesma coisa" (Técnico Mecânico/Equipa de Engenharia de Projeto – DE).

Além disso, questionamos se havia sido verificado possíveis pontos de melhoria junto aos operadores de produção, manutenção ou limpeza. Segundo o mesmo Técnico Mecânico, isso não havia sido feito.

²²⁶ Foi citado nessa ocasião, a diferença da disposição relativa dos rolos, pois enquanto a calandra em operação na unidade possui os rolos em formato de "Z", a nova calandra possui os rolos dispostos em formato de "S". Trata-se de uma característica na estrutura do equipamento e que não é possível ser modificada.

²²⁷ Segundo os membros da equipa de engenharia, tais modificações incluíam: novos sistemas *Cross Axis*, pintura completa do equipamento, construção da estrutura metálica de suporte dos equipamentos.

11.3.2. OS DESENHOS DA ESTRUTURA METÁLICA E AS ALTERAÇÕES

Durante a terceira fase da investigação, a equipa de engenharia facultou-nos alguns desenhos–vistas, cortes e maquetes, da estrutura metálica da nova calandra de 4 rolos. Estes desenhos seriam fornecidos à empresa subcontratada que faria a construção da estrutura, e haviam sido feitos por um desenhador subcontratado. Apresentamos alguns desses desenhos no Anexo 16.

Conforme citamos anteriormente, tal estrutura tem a função de fixar e sustentar diversas equipamentos e sistemas acessórios da calandra de 4 rolos. Possui também um conjunto de escadas, plataformas e passarelas, que permitem aos operadores de produção, de manutenção e de limpeza terem acesso aos diversos locais do equipamento, principalmente aqueles localizados em altura.

Quando tivemos acesso aos desenhos de engenharia, observamos algumas modificações em relação à estrutura presente na calandra em operação, apesar de ter sido mencionado que a ideia central da conceção da nova calandra era replicá-la. Visando entender quais, como e porquê tais modificações haviam sido feitas, entrevistamos o Desenhador que havia elaborado os desenhos, que forneceu-nos detalhes a respeito de tais alterações:

- quantidade e posicionamento das escadas: enquanto a calandra em operação possui 3 escadas de acesso à plataforma do segundo piso da máquina, no desenho da nova calandra constava somente 2 escadas. Observamos também que o posicionamento das mesmas em relação à calandra em operação havia sido alterado: na calandra em operação a escada de acesso às passarelas e plataformas localizadas no 2º piso ficam ao lado direito da calandra, próxima à extrusora e aos moinhos. Já de acordo com o desenho da nova calandra, elas estariam localizadas no lado oposto do equipamento;
- largura das plataformas e passarelas: enquanto as plataformas e passarelas do segundo nível da estrutura da calandra em operação possuem um piso com largura de 1200 mm, as plataformas/passarelas, teriam, de acordo com os desenhos, uma largura de 750 mm;
- altura das plataformas e passarelas: de acordo com os desenhos, as plataformas e passarelas do segundo nível da estrutura estariam numa altura 200 mm inferior do que aquelas da estrutura da calandra em operação.

Outras alterações foram ainda mencionadas pelo Desenhador, como, por exemplo:

- a diminuição do tamanho da calha do guincho garibaldi do *let-off*, em função de restrições de espaço no edifício onde seria instalada a nova calandra;
- a deslocação do conjunto elétrico para um contentor à parte, devido também às restrições de espaço;
- a substituição dos sensores de medição da espessura do tecido de fontes radioativas para sensores de medição a sopro de ar;
- a instalação de uma ponte rolante com movimento em 3 eixos para facilitar a troca dos rolos da calandra feita anualmente pela equipa de manutenção.

Aproveitamos tal entrevista para questionar se havia sido utilizada alguma norma como referência para essas alterações. O Desenhador disse não ter conhecimento da aplicação de nenhuma norma em relação ao projeto e afirmou:

"se me fornecem as normas [eu] faço... se não, olho como está [na calandra em operação]" (Desenhador/Empresa subcontratada).

O Desenhador ainda informou-nos que ele não possuía autonomia para executar qualquer mudança no projeto, e que todas as alterações feitas haviam sido solicitadas e/ou autorizadas pelo Engenheiro de Projeto responsável.

11.3.3. ATIVIDADE DE TRABALHO E A VARIABILIDADE: CRITÉRIOS DESCONSIDERADOS NA CONCEÇÃO

Quando percebemos as alterações no desenho em relação à calandra em operação, buscamos entender a partir de quais critérios tais mudanças haviam sido feitas e refletir se, e como, essas alterações impactariam no trabalho que seria realizado na nova calandra de 4 rolos.

Soubemos que a diminuição da largura das passarelas, por exemplo, havia sido feita para reduzir custos e desperdícios na construção²²⁸ da estrutura. Já a diminuição do número de escadas havia sido feita pelo Engenheiro de Projeto, pois em seu ponto de vista, elas não eram necessárias. Em relação à diminuição da altura da estrutura, foi-nos informado que a alteração havia sido feita devido ao pé-direito do edifício construído para a instalação da nova calandra, mais baixo do que

²²⁸ Isto porque cada placa metálica utilizada na construção tem 1500 mm x 3000 mm, e portanto, com tal alteração, cada placa seria utilizada para compor duas partes do piso das plataformas e passarelas.

o do edifício da calandra em operação. Nesse caso, a alteração havia sido condicionada por uma decisão prévia do projeto²²⁹.

Em nossa recolha de dados observamos diversas ocasiões em que os operadores utilizaram tais escadas para acessar rapidamente locais do equipamento visando fazer face às situações de variabilidade e utilizar estratégias para que a calandragem decorresse normalmente. Observamos também a importância das passarelas para alcançar determinados locais do equipamento e realizar suas atividades, principalmente pela equipa de manutenção. Ou seja, as decisões de diminuir a largura das passarelas e reduzir o número de escadas foram tomadas sem considerar para quê, como e em quais momentos elas são utilizadas. Em relação à diminuição da altura das passarelas, identificamos possíveis impactos em termos de segurança e higiene do trabalho, visto que, no processo de calandragem, são liberados fumos e vapores no ambiente devido ao aquecimento dos compostos de borracha, além da formação de cristais inflamáveis que aderem no equipamento.

Constatamos que, ao tomar tais decisões, a equipa de engenharia não havia questionado como tais mudanças impactariam no quotidiano dos operadores e na capacidade e facilidade de operar, limpar ou realizar manutenções no equipamento. Tampouco foram considerados o aumento dos riscos ou dos constrangimentos das atividades. Ou seja, não foram avaliadas as consequências e impactos das alterações de projeto nas atividades e nas condições de sua realização. Béguin (2007a) defende que a atividade de trabalho e as necessidades específicas que se revelam quotidianamente aos operadores devam ser consideradas no processo de conceção. Nosso papel ali era garantir que isso fosse feito.

Num processo de conceção, diferentes critérios e requisitos estão sempre presentes: custos, técnicos, legais, entre outros. Os critérios e requisitos trazidos pela Ergonomia somam-se a esses. A intenção não é questionar se outros critérios são válidos ou não, como no exemplo citado, diminuir os custos do projeto e de minimizar o desperdício de materiais.

Entretanto, defendemos que o critério da atividade é igualmente pertinente para a conceção, e deve, portanto, também ser equacionado nas tomadas de decisões. Como cita Daniellou (1986), o ergonomista não tem a pretensão de que seu ponto de vista seja único: “ao contrário, sua abordagem, centrada sobre o trabalho humano, vem interrogar as decisões colocadas a partir de

²²⁹ Quando iniciamos a investigação de campo, o edifício já estava a ser construído. Portanto, não acompanhamos essa etapa da conceção.

critérios económicos ou técnicos” (p. 4). Para Haslegrave e Holmes (1994), existe um compromisso inevitável que é preciso ser feito entre os critérios ergonómicos e as restrições de engenharia impostas por requisitos estruturais ou limitações de espaço.

Logo, o primeiro desafio é demonstrar que as decisões de conceção impactam no trabalho daqueles que utilizam os artefactos. Cada critério e requisito proposto deve ser avaliado em termos dos possíveis consequências que terão na atividade futura. Como aponta Béguin (2007b), o funcionamento do homem e sua atividade em situação constituem variáveis que devem ser integradas pelos projetistas, e são dimensões que devem auxiliar a orientar as escolhas. Entretanto, tal demonstração nem sempre é uma tarefa trivial e é agravada por dois fatores: pela necessidade de estabelecer um compromisso entre lógicas e pela posição que a Ergonomia assume na conceção.

11.3.4. A CONCEÇÃO: UM COMPROMISSO ENTRE LÓGICAS DISTINTAS

Quando observamos a troca dos rolos feita pela equipa de manutenção, percebemos que a falta de espaço para a retirada dos mesmos impactava diretamente na atividade dos operadores de manutenção. Modificar essa situação perpassaria que na nova calandra houvesse mais espaço para realizar essa tarefa, o que implicaria que os moinhos e extrusora fossem instalados mais afastados dos rolos da calandra.

Entretanto, esse critério não poderia ser proposto sem analisarmos a sua viabilidade e os seus impactos. A sua viabilidade perpassava avaliar se havia espaço disponível no edifício construído onde a nova calandra seria instalada. Já em termos de impactos, seria preciso compreender como tal modificação traria consequências ao quotidiano dos operadores de produção, principalmente as atividades do 2º Operador, que teria que percorrer maiores distâncias para realizar suas tarefas. Ou seja, se por um lado afastar alguns dos equipamentos permitiria melhorar as condições de trabalho dos operadores de manutenção, por outro lado, impactaria diretamente o trabalho dos operadores de produção.

Estávamos, portanto, de frente a duas lógicas de uso distintas: a da manutenção e a da operação. Ou seja, subjacente aos requisitos e critérios que norteiam a conceção, expressam-se várias lógicas, e as decisões da conceção são uma solução de compromisso entre elas. O papel do ergonomista é justamente ser capaz de evidenciar essa pluralidade de lógicas, e nesse sentido, o

ponto de vista da atividade revela-se fundamental, pois é capaz de elucidar aquilo que está para além das prescrições do trabalho.

11.3.5. UM PROJETO DE ERGONOMIA DE CONCEÇÃO OU A ERGONOMIA NUM PROJETO DE CONCEÇÃO EM ENGENHARIA?

Comummente, o nascimento e o desenvolvimento da Ergonomia nas empresas ocorre nos seus departamentos de Segurança e/ou de Saúde no Trabalho. Observamos práticas mais endógenas, como a contratação de ergonomistas para os quadros formais das empresas e investimentos na formação de trabalhadores em Ergonomia. Nesses casos, é comum a formação de equipas internas dedicadas às ações ergonómicas, como, por exemplo, os Comitês de Ergonomia (Vidal, 2003). Entretanto, observamos também práticas como, por exemplo, a contratação de consultores externos para participar de determinado projeto de intervenção, elaborar análises específicas, dar formação aos representantes das empresas, entre outros.

No nosso caso, a inserção na Empresa partiu de um pedido feito pela nossa parte, ao buscarmos um campo para a nossa investigação. A entrada na Empresa se deu pela Direção responsável pela Segurança do Trabalho, mas observamos que apesar de haver esforços pontuais²³⁰ e um projeto baseado em pressupostos da Ergonomia, não havia, nessa Direção, um programa estruturado voltado para a inserção e desenvolvimento da Ergonomia na Empresa. Relatamos que ao buscar um objeto sobre o qual debruçarmo-nos, acabamos migrando para a Direção de Engenharia. Com tal mudança, foi preciso que os representantes dessa Direção compreendessem o que pretendíamos com a investigação, como também que aceitassem a sua realização. Além disso, também observamos que não havia nenhuma iniciativa de incorporação de critérios relativos à Ergonomia no projeto de expansão da unidade.

Das particularidades que vivenciamos em nossa investigação, assim como de experiências prévias em projetos semelhantes, refletimos, portanto, quais são as diferenças entre um Projeto de Ergonomia e a Ergonomia num Projeto de Engenharia. Quando mencionamos um Projeto de Ergonomia estamos nos referindo a projetos que nascem a partir de uma “vontade ergonómica”, e são geralmente conduzidos nas empresas pelos departamentos de Segurança e Saúde do Trabalho, que se encarregam de geri-los e alocar os recursos necessários para o desenvolvimento dos mesmos. Já quando mencionamos Projetos de Engenharia, nos referimos a projetos de

²³⁰ Na ocasião, por exemplo, uma trabalhadora da Empresa fazia um Mestrado e buscava um tema pertinente à Ergonomia para a sua dissertação.

concepção que se desenvolvem no seio dos departamentos de engenharia das empresas, geralmente a cargo de uma equipa de projetistas internos ou de empresas subcontratadas, e que envolvem mudanças nas bases técnicas e das tecnologias, o que pode incluir a ampliação das unidades, aquisição de novos equipamentos, a alteração das tecnologias, mudanças em linhas de produção, entre outros.

Ora, tratam-se essas de realidades completamente distintas, cujas questões fundamentais são, para além dos objetivos, a centralidade que a Ergonomia ocupa ou pode ocupar neles. Difere-se essencialmente a existência de portadores da “vontade ergonómica”, a sua influência perante os outros atores e a relevância que a Ergonomia assume: se num projeto de Ergonomia os critérios ergonómicos aparecem como um eixo condutor do projeto, no caso de um projeto de engenharia, tais critérios e requisitos irão concorrer com diversas outros, igualmente pertinentes.

Essas diferenças podem ser cruciais para o sucesso de uma intervenção em Ergonomia. É preciso que isso seja mais profundamente debatido, buscando desenvolver estratégias necessárias para que a prática da Ergonomia nas empresas continue tanto a se desenvolver de forma autónoma, mas que também possa ser capaz de estar articulada de forma eficaz aos projetos de concepção em engenharia.

11.4. A Participação de outros Atores na Concepção da Nova Calandra de 4 Rolos

A participação é uma das temáticas centrais no quadro teórico da Ergonomia, sendo inclusive considerada como central numa de suas ramificações – a Ergonomia Participativa (De Jong e Vink, 2002; Haims & Carayon, 1998; Nagamachi, 1995; Noro e Imada, 1991; Shipley, 1992; Wilson, 1995). Na Ergonomia da Atividade, a participação e o envolvimento dos diversos atores é tido como um pressuposto da ação, visto que nenhuma ação desenvolvida a partir de seu quadro referencial, pode ser completamente exógena, ou seja, realizada a partir de princípios configurados ou expostos externamente.

Nas reuniões conduzidas com o Engenheiro de Projeto e representantes da DSIA, ainda na primeira fase da investigação, salientamos a necessidade de trazer outras lógicas a respeito do processo, do equipamento e de sua utilização para o processo de concepção. Isso, por sua vez, implicaria na participação de atores não tradicionalmente incluídos aos processos de concepção, tais como os operadores de produção, de manutenção e de limpeza. Atores portadores de outros pontos de vista, como o da segurança do trabalho, da saúde ocupacional, da qualidade, entre

outros, também poderiam ser acionados para a discussão de pontos específicos mediante aquilo que observássemos.

Entendíamos que a participação desses atores na conceção poderia ajudar a construir uma visão mais coerente sobre o equipamento em operação e sobre sua utilização. A nossa intenção era articular diversas lógicas heterogêneas (Martin, 2000) na conceção da nova calandra de 4 rolos, pois acreditávamos na convicção defendida por Lacomblez (2001 citado por Vasconcelos, 2008), de que “a riqueza de uma confrontação entre os conhecimentos mais teóricos dos especialistas e os conhecimentos mais empíricos dos trabalhadores criará outros processos de mudança” (p. 58).

Ainda na primeira fase, um representante da DSIA questionou essa necessidade, e afirmou que não se tratava de se ter ou não ter interesse na opinião dos operadores, mas que a Empresa já possuía ferramentas através das quais os operadores podiam dar sugestões de melhorias. Na segunda fase, buscamos identificar e conhecer melhor quais eram essas ferramentas.

11.4.1. O SISTEMA DE SUGESTÕES DO PROGRAMA TPM E O SEU POSSÍVEL CONTRIBUTO PARA A CONCEÇÃO DA NOVA CALANDRA DE 4 ROLOS

Ao longo da segunda fase da investigação, identificamos que a única ferramenta formal da Empresa para a participação dos operadores consistia num sistema de recolha de sugestões, parte do Programa TPM da Empresa e obtivemos as perceções dos operadores sobre tal Programa. Já na terceira fase, contactamos os seus responsáveis, visando entender melhor como tal Programa se estruturava na Empresa.

O sistema de recolha de sugestões dos trabalhadores encontra-se associado ao pilar dos Projetos de Melhoria do Programa TPM²³¹ e organiza-se na forma de “caixa de sugestões”: formulários em papel, disponibilizados aos operadores, para serem preenchidos com as sugestões propostas e depositados em caixas próprias distribuídas em diversos locais da Empresa. Todos os operadores podem utilizar tal ferramenta para dar sugestões de melhoria em qualquer âmbito.

Os “facilitadores” do TPM fazem a recolha das sugestões, que são digitalizadas e em seguida classificadas pelo coordenador responsável, de acordo com os seus potenciais benefícios em

²³¹ Conforme citamos, o Programa TPM da Empresa estrutura-se sobre 4 pilares: Formação, Manutenção Preventiva, Inspeções a Máquina, e Projetos de Melhoria.

termos de segurança e retorno financeiro para a Empresa²³². Após esta classificação, uma equipa multidisciplinar, formada por membros do Programa TPM, da Direção de Qualidade, da DSIA e da DE, realiza uma segunda avaliação das sugestões que foram consideradas como sendo de bom retorno financeiro para a Empresa, assim como aquelas classificadas como relativas a segurança. Conforme citado por um membro da equipa de Engenharia de Projeto:

"avalia-se se a sugestão é boa e o que se ganha com ela" (Técnico Mecânico/Equipa de Engenharia de Projeto).

Caso a sugestão seja positivamente avaliada pela equipa do Programa TPM, ela é atribuída a um dos seus integrantes, que passa a ser o líder responsável pelo projeto de implementação da sugestão. No caso das sugestões mais simples, a implementação é feita pela equipa interna da Engenharia de Projeto. No caso de sugestões que envolvam maiores investimentos e recursos, empresas externas são subcontratadas para a sua elaboração e implementação.

O operador que tenha uma sugestão implementada recebe um prémio monetário por ela, em função do retorno financeiro esperado com a sugestão. Esses prémios também podem ser dados por equipa, caso a sugestão seja feita por um grupo de operadores.

O *feedback* das sugestões aos operadores é também de responsabilidade dos "facilitadores" do TPM. Quinzenalmente, são feitas reuniões com cada um dos grupos locais para informar se as sugestões dadas foram analisadas, aceites ou recusadas. No caso das sugestões aceites, os "facilitadores" informam sobre o andamento da implementação. Nessas reuniões os operadores também podem apresentar novas sugestões, apontar problemas e dar sua opinião sobre possíveis soluções²³³.

Entretanto, quando conhecemos melhor tal Programa, percebemos dois aspetos: o primeiro deles é a desvalorização deste perante vários atores; e o segundo aspeto é a limitação em termos de contribuições para projetos futuros da Empresa.

²³² As sugestões são avaliadas e classificadas em 4 tipos: "S" se for uma sugestão relacionada com a segurança do trabalho; "A*" se for uma sugestão que se paga; "A" se a sugestão tiver retorno financeiro e o retorno for baixo; e "B" se a sugestão tem bom retorno financeiro para a Empresa.

²³³ Tivemos a oportunidade de acompanhar algumas dessas reuniões realizadas com os operadores da calandra e os "facilitadores" do Programa TPM.

Observamos que o sistema de sugestões do Programa TPM encontra-se desvalorizado na opinião de vários atores da Empresa. O próprio coordenador do Programa questionou a sua organização²³⁴:

"aqui o TPM funciona mais como um 5S²³⁵... hoje é preciso repensar as atividades do TPM... [é preciso] fazer as pessoas verem que é preciso" (Coordenador do Programa TPM).

Na visão do Engenheiro de Projeto responsável pela nova calandra de 4 rolos, as sugestões dadas pelos operadores utilizando o sistema do TPM não trazem contribuições efetivas. Nas suas palavras:

"o TPM tem 15 sugestões por dia... mas não tem nada" (Engenheiro de Projeto/DE).

Já os operadores questionaram a transparência do sistema de sugestões assim como o processo de avaliação utilizado. Um operador citou que numa ocasião havia feito uma sugestão ao TPM que não havia sido aceita, e que alguns meses depois ela teria sido implementada como sendo uma sugestão da Direção de Engenharia. Também foram-nos relatados conflitos entre os operadores e os diferentes turnos, e o sigilo mantido em relação às suas ideias, para que as sugestões não sejam usurpadas uns dos outros, e logo os prémios que a partir delas são ofertados.

Além da desvalorização do Programa TPM perante diversos atores, observamos também que o sistema de sugestões é uma ferramenta de alcance limitado. Isso porque ela permite que sejam feitas sugestões para modificar realidades já existentes, em equipamentos que já estão instalados e em operação. Ora, sabemos que, após a instalação de um equipamento industrial (principalmente quando se trata de um equipamento de grande porte como é o caso da calandra de 4 rolos), o espaço de modificações e alterações é reduzido. Além disso, muitas das sugestões propostas pelos operadores acabam sendo desconsideradas em função de sua viabilidade económica. É o caso de alterações em níveis estruturais, por exemplo, que são praticamente inviáveis, dados os custos que geralmente estão envolvidos. Ou seja, o sistema de sugestões do Programa TPM encontra-se estruturado de forma que a participação dos operadores restringe-se

²³⁴ E citou, por exemplo, como em outras unidades do grupo, programas semelhantes haviam conseguido bons resultados para a redução de custos, e o envolvimento dos operadores nas atividades de manutenção:

"agora o operador pode fazer isso, tem a ferramenta... [oferece-se] formação em pneumática e sensores para os operadores" (Coordenador do TPM).

²³⁵ Etapa inicial e base para a implantação da Qualidade Total. Tem como objetivo mobilizar, motivar e conscientizar todos os trabalhadores de uma empresa para a Qualidade Total, através da organização e da disciplina no local de trabalho. É assim chamada devido às letras de 5 palavras japonesas que definem seus princípios básicos: *Seiri* (utilização), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Shitsuke* (disciplina), *Seiketsu* (higiene).

à modificações de situações já existentes, não abrangendo os projetos em desenvolvimento na Empresa, e por sua vez, é limitado pela viabilidade económica das sugestões.

Constatamos também que não havia nenhum envolvimento ou participação dos próprios membros do Programa TPM na conceção da nova calandra de 4 rolos. Ou seja, não era reconhecido o seu potencial contributo dessas sugestões para os projetos desenvolvidos pelas equipas de engenharia internas à Empresa.

Apesar do Programa TPM se encontrar desvalorizado por diversos atores e das suas limitações para propor modificações em fase de conceção, ainda assim acreditávamos que as sugestões dadas pelos operadores poderiam constituir um potencial contributo para a conceção, e que as informações organizadas pelo programa poderiam nos ser úteis na configuração das demandas para a conceção da nova calandra de 4 rolos. Por isso, solicitamos ao responsável pelo Programa TPM que nos fornecesse o histórico dessas sugestões. Ele nos facultou a lista de todas as sugestões de melhoria feitas pelos operadores para a calandra de 4 rolos, incluindo as que foram implementadas e as que não foram implementadas²³⁶.

Nossa intenção era buscar, nesse histórico, tanto as sugestões que haviam sido implementadas (de forma a avaliar pertinência de replicá-las no projeto da nova calandra) assim como as sugestões que pudessem não ter sido implementadas em função da sua viabilidade técnica (principalmente devido às limitações em alterar equipamentos já instalados) e económica (devido aos custos de modificação de um equipamento já em operação). Nosso interesse era discutir essas sugestões com os operadores e com a equipa de engenharia. Entendíamos que aquele era um momento crucial para rever e/ou reconsiderar algumas dessas sugestões.

11.4.2. A BUSCA POR UMA OUTRA FORMA DE PARTICIPAÇÃO

Concluimos que, apesar de útil para nos fornecer dados sobre as alterações feitas no equipamento assim como para rever as sugestões não implementadas, o sistema de sugestões do Programa TPM promovia a participação de uma forma distinta daquela que buscávamos alcançar. Por isso,

²³⁶ De acordo com a lista fornecida pelo coordenador do Programa TPM, 161 sugestões haviam sido propostas para a calandra de 4 rolos. Dessas 161 sugestões, 6 foram feitas antes do sistema estar sob a responsabilidade do Programa TPM. A primeira sugestão dada quando o sistema de sugestões passou para a coordenação do TPM data do ano de 1999. Em relação à implementação das 161 sugestões propostas: 70 foram Concluídas, 56 foram Recusadas, 5 foram Canceladas, 25 encontravam-se Em Análise, 4 encontravam-se em Execução e 1 sugestão em *Stand-by*.

precisávamos construir dispositivos alternativos para permitir e estimular a participação dos operadores, que funcionasse de maneira diferente.

Conforme citamos, em diversos momentos durante a recolha de dados, consultamos os operadores sobre possíveis pontos de melhoria para a nova calandra de 4 rolos²³⁷. Entretanto, na terceira fase da investigação, tínhamos a intenção de discutir conjuntamente com os operadores sobre pontos de melhoria que pudessem ser incorporados no projeto da nova calandra de 4 rolos.

Para isso, planeamos realizar encontros com os operadores fora dos momentos de operação, o que também foi aconselhado pelo Engenheiro de Projeto, que afirmou que esperava da nossa investigação resultados distintos aos alcançados pelo sistema de sugestões do Programa TPM:

"[eu] não quero resultados iguais aos do TPM... [é preciso] reuniões formais para não ser 'conversa de pé de máquina'" (Engenheiro de Projeto/DE).

Assim, organizamos a realização de reuniões participativas com os operadores de produção, que foram negociadas com o Chefe do Departamento II/Frio. A fim de evitar a necessidade de paralisação do equipamento ou a presença dos operadores em horários fora de seus turnos de trabalho, optamos por realizar tais reuniões durante as manutenções preventivas, quando a calandra encontra-se fora de operação e os operadores estão disponíveis.

Foram realizadas 3 reuniões, com duração aproximada de 2 horas cada, numa sala nas dependências da Empresa. Participaram, em cada reunião, todos os operadores de uma mesma equipa. Tais reuniões seguiram moldes semelhantes aos grupos focais²³⁸, e cada uma dividiu-se em três momentos: no primeiro momento, convidamos os operadores, individualmente, a fornecer suas visões sobre o que seria uma calandra de 4 rolos "ideal"; num segundo momento, discutimos coletivamente essas visões, promovendo a troca de ideias entre os operadores; e em seguida,

²³⁷ Um operador, por exemplo, sugeriu que:

"para o creel novo seria importante ter mais espaço para manobrar o carro" (Operador do Creel/Turno B).

Já um 2º Operador relatou que:

"a parte mais cansativa é ir lá atrás buscar borracha, subir e descer as escadas... se desse para colocar a extrusora no nível do pavimento era melhor" (2º Operador/Turno B).

Um operador do wind-up questionou onde seria instalada a nova calandra, e sugeriu que:

"o ideal seria ficar ao lado dessa por causa do paternoster... no corredor não tem espaço" (Operador do Wind-up/Turno A).

²³⁸ Os grupos focais, ou entrevistas de grupo em profundidade, são uma das ferramentas de investigação mais utilizadas nas Ciências Sociais (Stewart e Shamdasani, 1991). Ainda para esses autores (Stewart e Shamdasani, 1991), "geralmente envolvem de 8 a 12 indivíduos que discutem um tópico em particular sob a coordenação de um moderador que promove a interação e garante que a discussão permaneça no tópico de interesse" (p. 10). Já Morgan (s. d. citado por Gondim, 2003, p. 151) define grupos focais como uma técnica de investigação que recolhe dados por meio das interações grupais ao se discutir um tópico especial sugerido pelo investigador. Pode ser caracterizada também como um recurso para compreender o processo de construção das percepções, atitudes e representações sociais de grupos humanos (Gondim, 2003). Ainda para Gondim (2003), como técnica, ocupa uma posição intermediária entre a observação participante e as entrevistas em profundidade.

apresentamos aos operadores os desenhos desenvolvidos pela equipa de engenharia para a nova calandra de 4 rolos, para que esses pudessem expressar suas primeiras impressões.

Apesar de entendermos que a participação dos operadores nas mudanças não envolve mostrar desenhos de engenharia e perguntar a opinião destes sobre o mesmo, visto que nesse caso as decisões já foram tomadas, optamos por fazê-lo desta forma dada a restrição temporal e a necessidade de avançarmos na configuração das demandas para a conceção.

Apesar de termos planeado realizar reuniões com cada um dos turnos de operadores e rodadas de reuniões que envolvessem a participação de operadores de turnos distintos e de outros representantes da Empresa, isso não foi realizado, pois a investigação de campo foi interrompida após a terceira reunião participativa²³⁹.

11.4.3. A PARTICIPAÇÃO DE NOVOS ATORES NA CONCEÇÃO: UM INTERESSE REAL?

A participação dos usuários nos processos de conceção é defendida por numerosos autores da Ergonomia. A ideia subjacente é que a partir do envolvimento dos usuários, sejam definidos novos critérios para o desenvolvimento dos artefactos. Para Daniellou e Garrigou (1992), essa participação visa principalmente compensar a diferença entre a representação dos projetistas e a realidade. Em nosso caso, refletimos sobre o interesse das partes envolvidas em promover a participação de outros atores, e mais especificamente os interesses da DE e da DSIA em que os operadores de produção estivessem envolvidos na conceção da nova calandra de 4 rolos.

Desde o início das negociações com a Empresa, a participação dos operadores havia sido mencionada como uma questão incontornável para o desenvolvimento da investigação. Entretanto, foi questionado por alguns representantes da DE e da DSIA como isso contribuiria para a conceção do novo equipamento. Foi argumentado que a questão não era ter interesse ou não na participação dos operadores no projeto, visto que inclusive, a Empresa dispunha de ferramentas para registrar as suas sugestões, mas que o contributo que eles poderiam trazer ao projeto seria pequeno:

"as contribuições que eles [os operadores] dão são muito estáticas" (Engenheiro de Projeto/DE).

²³⁹ Como descrevemos posteriormente no item 11.6.1.

Em diversas ocasiões ao longo da recolha de dados e dos contatos com a produção, os operadores nos perguntaram sobre o projeto da nova calandra: eles não sabiam quais seriam os produtos a serem fabricados no novo equipamento, se seriam produzidos produtos metálicos e logo haveria uma sala de *creele*, se outro *paternoster* seria construído para armazenar os rolos de produto, etc. Ou seja, os operadores não haviam sequer sido informados a respeito do projeto de expansão da unidade e nem tampouco consultados sobre possíveis pontos de melhoria que poderiam sugerir para a conceção da nova calandra.

Outra questão que também nos veio à tona foi o interesse que os próprios operadores teriam em contribuir para a nossa investigação, uma vez que são oferecidos prémios monetários aos operadores pelas sugestões dadas ao Programa TPM. Questionamos qual seria o interesse dos operadores em contribuir dando sugestões naquele momento, visto que poderia representar um futuro “não-ganho” do prémio ofertado pelo Programa TPM. Mesmo entendendo que as sugestões dadas poderiam ser muito distintas daquelas possíveis de serem feitas ao Programa TPM, e que inclusive as reuniões participativas poderiam servir inclusive para fazer emergir novas sugestões ao Programa TPM aplicáveis à calandra já em operação, a questão da remuneração das sugestões era relevante naquele contexto. Em Moraes, Arezes e Vasconcelos (2013), apresentamos uma reflexão mais detalhada sobre essa questão.

Constatamos que os operadores da calandragem não tinham nenhum dispositivo através do qual pudessem participar do projeto, sendo que, a única ferramenta disponível na Empresa (o sistema de sugestões coordenado pelo TPM) não possibilitava aos operadores sugerir alterações aos projetos futuros. Além disso, a equipa de engenharia também não considerava os operadores como atores relevantes e entendia que os saberes e as contribuições desses não eram úteis para a conceção.

Apesar da participação ser vista como benéfica e inclusive como um pressuposto da ação e da transformação no quadro da Ergonomia da Atividade, ela necessita de uma estrutura organizacional e valorativa que lhe permita desenvolver-se. Por isso, antes de mais nada é preciso compreender como e em que tais processos participativos se estruturam, quais são os interesses dos envolvidos nessa participação, e como as empresas podem se organizar para facilitar tais processos. No nosso caso, observamos que há ainda um longo caminho a ser percorrido pela Empresa para promover a participação dos operadores nos seus processos de conceção.

11.5. A Evolução a as Restrições do Projeto

11.5.1. AS DECISÕES PRÉVIAS DO PROJETO

Assim que tivemos acesso aos desenhos da nova calandra e soubemos que algumas das alterações deviam-se às restrições derivadas de decisões prévias do projeto (principalmente no que concerne a escolha e construção do edifício), fomos em busca de perceber como isso havia sido feito.

Como essa fase decorreu antes de iniciarmos a investigação na Empresa, buscamos informações sobre quais atores haviam participado dessas decisões. Foi-nos informado pelo Engenheiro de Projeto que diversos membros pertencentes às Direções da Empresa estiveram envolvidos. Uma dessas pessoas havia sido um Engenheiro Industrial, membro da DEI. Assim, o contatamos para uma entrevista.

Nessa entrevista, o Engenheiro Industrial informou-nos que havia participado das decisões do projeto de ampliação da unidade em sua fase inicial, quando havia sido discutido o local onde os novos equipamentos seriam instalados. O Engenheiro Industrial informou-nos que a primeira decisão tomada havia sido a escolha do terreno onde seria feita a construção do edifício. Em seguida, havia sido decidido onde os novos equipamentos deveriam ser instalados. Nesse caso, duas propostas foram levantadas: ou seriam transferidas algumas máquinas e equipamentos já em operação na Empresa para o novo edifício e a nova calandra e a nova extrusora seriam instaladas próximas aos equipamentos semelhantes já em operação na unidade, ou a nova calandra e a nova extrusora deveriam ser instaladas no novo edifício que seria construído. Segundo o Engenheiro Industrial, a proposta escolhida não foi aquela sugerida pela DEI: em sua opinião, a nova calandra de 4 rolos deveria ser instalada ao lado da calandra em produção, permitindo que uma mesma equipa operasse as duas calandras simultaneamente²⁴⁰. Entretanto, foi decidido que o novo edifício construído receberia tanto a nova calandra quanto a nova extrusora de pisos. Ainda segundo o Engenheiro Industrial, em tal proposta havia muitas limitações em termos de área disponível para a instalação dos equipamentos,

²⁴⁰ Gostaríamos de salientar aqui nosso ponto de vista de como tal proposta parte de uma visão extremamente simplificada do que seja o trabalho da calandragem.

"o edifício era este e ponto final... era onde cabia e pronto, e a máquina tinha que ser colocada ali..." (Engenheiro Industrial/DEI).

No ponto de vista do Engenheiro Industrial, a escolha final não foi o *layout* ideal, sendo que os principais gargalos do projeto eram o fluxo de materiais (que precisaria ser feito por um corredor), e o espaço disponível (principalmente para alocar os carros de pisos produzidos pela extrusora e armazenar os rolos de tecido calandrado²⁴¹). O Engenheiro Industrial citou que, provavelmente, alterações posteriores à instalação do equipamento precisariam ser feitas:

"nós fizemos esse layout... e depois funcionando provavelmente teremos que mudar isso..." (Engenheiro Industrial/DEI).

Especificamente em relação à altura do pé-direito do edifício, o Engenheiro Industrial afirmou não ter participado dessa decisão, tendo a mesma ficado a cargo de uma equipa de engenharia civil de uma empresa subcontratada. Não conseguimos contactar nenhuma pessoa que tivesse participado dessa fase do projeto.

11.5.2. A SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA E A SINGULARIDADE DA CONCEÇÃO

Conforme citamos, a ideia central da equipa de engenharia era replicar a calandra de 4 rolos de forma que a nova calandra fosse o máximo possível semelhante com aquela em operação. Entretanto, ao longo desses contatos observamos diversas alterações no projeto.

Algumas dessas alterações haviam sido propositadamente feitas, outras foram condicionadas por decisões prévias. Ou seja, haviam ali tanto correntes relativas à expressão da vontade futura e da factibilidade (Daniellou, 2007; Martin, 2000). Logo, a calandra em operação funcionaria somente um ponto de partida do projeto.

Numa atividade de conceção, é comum fazer uso de situações de referência, que servem como um ponto de partida, como um elemento balizador da conceção, auxiliando a antecipar situações futuras. Entretanto, objetivos, restrições e limitações devem ser considerados e equacionados ao longo da conceção. Disso, alguns aspetos precisam ser elucidados.

O primeiro deles é que nunca se projeta ou se concebe no vazio, e as restrições, dadas a priori ou surgidas ao longo do projeto, condicionam as decisões de projeto, ou seja, cada decisão cristaliza

²⁴¹ Como não seria construído outro *paternoster*, todos os rolos de tecido calandrado produzidos na nova calandra seriam armazenados em ramadas.

determinadas variáveis e restringe futuras decisões. Trata-se do aspeto apontado por Schön (1998): cada projeto, cada conceção, é um “universo de um”, singular e único.

Mas num processo de conceção comumente se desenvolve do macro para o micro, ou seja, parte de espetros mais amplos para mais detalhados. Isso significa que decisões de projeto iniciais são decisões mais genéricas, e que ao longo do projeto vão se tornando mais detalhadas. Por exemplo, define-se o terreno, em seguida o edifício, a alocação dos equipamentos, etc. Como as decisões são tomadas a partir de estimativas, geralmente sem grande precisão inicial, essa lógica acaba conduzindo a uma “acumulação” de restrições. Quando se chega num nível de decisão em “escala humana” – interfaces, acessos, alcances, etc., nem sempre é possível chegar a soluções satisfatórias, visto que muitas variáveis já foram “cristalizadas”. Ou seja, as decisões da conceção que impactam a nível de trabalho dependem de decisões muito mais amplas, tomadas, na maioria das vezes, previamente. No nosso caso, havia restrições em relação ao espaço disponível para a construção do edifício. Já em relação à altura do edifício, não conseguimos saber qual critério havia embasado tal decisão. De qualquer forma, elas certamente impactariam no campo de possibilidades do trabalho futuro.

Esse aspeto retrata claramente o Paradoxo da Conceção evidenciado por Midler (1993 citado por Jackson, 1999; 1996 citado por Béguin, 2007b): de que no começo da conceção, pouco se sabe sobre o futuro, mas à medida que a conceção avança, mais se fica a saber, porém as possibilidades de ação são menores.

11.5.3. O CRONOGRAMA, AS VISITAS AO EDIFÍCIO E O *STATUS* DO PROJETO

Durante a terceira fase da investigação, foi-nos facultado pela equipa de engenharia, o cronograma previsto para o projeto. De acordo com este, a montagem da nova calandra estava planeada para ser iniciada em janeiro de 2012, e contemplava ainda uma fase de *ramp-up* de 12 meses, sendo previsto o equipamento em operação a 100% de sua capacidade em dezembro de 2012. Durante todo o ano de 2011, seria feito o recebimento e a instalação dos diversos equipamentos e sistemas acessórios da nova calandra de 4 rolos. Ainda de acordo com tal cronograma, a data final para o envio dos desenhos para a empresa que faria a estrutura metálica estava prevista para fevereiro de 2011²⁴².

²⁴² Em nossos contatos com a equipa de engenharia, soubemos também que partes da nova calandra já estavam armazenadas na unidade e que outras partes haviam sido levadas para acondicionamento ou retificação em outras empresas especializadas.

No decorrer da terceira fase da investigação, solicitamos à equipa de engenharia que visitássemos o edifício onde seria instalada a nova calandra de 4 rolos. Nossa intenção era acompanhar a evolução do projeto. Numa primeira visita, observamos que o edifício já se encontrava em fase final de construção, e que as fundações destinadas a abrigar alguns dos equipamentos acessórios e a estrutura metálica já haviam sido construídas. Percebemos que haviam diversas restrições que não tínhamos considerado, e que algumas das possíveis sugestões que planeávamos trazer para o projeto da nova calandra²⁴³ implicariam não somente em rever decisões, mas também em modificar aquilo que já havia sido instalado.

Numa visita subsequente ao edifício, observamos que as obras de instalação da estrutura metálica haviam sido iniciadas: o material que seria utilizado na construção da estrutura metálica já se encontrava no local, e que operadores da empresa subcontratada para a construção da estrutura haviam iniciado o trabalho de montagem da mesma. Nesse momento, soubemos que o contrato com a empresa já havia sido feito, os custos contratuais acordados e os desenhos da estrutura já entregues. Logo, muitas decisões já haviam sido tomadas. Nesse momento, observamos que nossa capacidade de intervenção, ou nossas “margens de manobra” eram mais restritas do que imaginávamos: qualquer proposta de modificação implicaria recursos adicionais ao projeto, fossem esses de mão de obra, financeiros, etc.

Nesse momento ainda estávamos realizando as reuniões participativas com os operadores, buscando configurar as demandas para a conceção da nova calandra. Ainda precisaríamos de tempo para concluir essa etapa, gerar novos requisitos e critérios, e buscar soluções de projeto visando cumprir tais critérios. Além das limitações devido ao estado avançado das decisões, o tempo havia se tornado imperativo.

11.6. Das Condições Propícias à Interrupção da Investigação-Ação

11.6.1. A INTERRUPÇÃO DA INVESTIGAÇÃO DE CAMPO

A evolução do projeto, com o conseqüente aumento das restrições e a diminuição das possibilidades de intervir no mesmo, fizeram com que a nossa investigação fosse perdendo força

²⁴³ Citamos como exemplos: (i) afastar a distância entre os rolos e a estrutura de onde são removidos os extremos, de forma a dar mais espaço para os operadores de produção realizarem suas atividades; (ii) aumentar o tamanho da estufa dos cilindros de aquecimento para minimizar os riscos de queimaduras quando fosse preciso atuar dentro dela; (iii) prever espaços ou estruturas destinadas para montar andaimes de auxílio às tarefas de manutenção e de limpeza.

ao longo de seu desenvolvimento na Empresa. A cada dia, percebíamos que a capacidade de influenciarmos na concepção tornava-se mais reduzida, e portanto, a possibilidade de transformação da atividade futura era menor.

No fim de uma das reuniões participativas com os operadores, aproveitamos a disponibilidade dos mesmos para visitar o edifício onde seria instalada a nova calandra de 4 rolos. Nossa intenção era tentar simular futuras situações de uso. Porém, a entrada dos operadores no edifício não foi autorizada pelo Engenheiro de Projeto.

Naquele momento, entendemos que não havia nem “espaço”, nem tempo e nem condições para contribuirmos para a concepção. Assumimos que não seria viável propor alterações, e optamos por encerrar a nossa investigação de campo. Apresentamos um relatório com os resultados parciais que chegamos em nossa recolha de dados à Empresa e demos por terminadas as visitas à unidade.

11.6.2. O QUE DEU ERRADO?

No Capítulo 9, citamos que ao fim da primeira fase, entendíamos ter as condições propícias para o desenvolvimento da investigação-ação: apoio da alta direção, uma equipa interna de engenharia, tempo hábil, uma situação de referência de fácil acesso, além da possibilidade de conhecer de antemão parte dos operadores que iriam operar o novo equipamento no futuro.

Entretanto, conforme descrevemos neste capítulo, não conseguimos realizar o nosso objetivo de participar da concepção e influenciar as decisões da equipa de engenharia. Daniellou (2006) cita que o desenrolar real de uma intervenção em Ergonomia

está longe de ser redutível à utilização de um protocolo. O ergonomista²⁴⁴ particular em questão vai desempenhar uma actividade pessoal que ultrapassa largamente o uso de uma metodologia definida previamente. Ele/ela vai ser confrontado com todas as singularidades de uma situação, de pessoas, colectivos, processos técnicos que a compõem, dos elementos de um contexto. Fazendo isso, ele/ela mobiliza-se enquanto pessoa, ..., que tem relações intesubjectivas com os seus interlocutores e é confrontado com deliberações po vezes difíceis, entre interesses contraditórios. A intervenção é também experiência vivida. (p. 68)

²⁴⁴ No original, “ergónomo”.

Disso, refletimos sobre alguns desses aspetos singulares de nossa experiência vivida. Apontamos aqueles que, em nosso ponto de vista, foram decisivos para o insucesso do cumprimento de nossos objetivos iniciais, e o que poderíamos ter feito para contornar cada um deles.

- *A Construção do Posicionamento*

Daniellou e Béguin (2007) alertam que caso o ergonomista se contente com uma ação muito localizada num posto de trabalho, enquanto os determinantes das dificuldades encontradas estão em outra parte, sua intervenção será provavelmente pouco eficaz. Apontam ainda que “caso ele queira instaurar ações estratégicas em larga escala, sem ter conseguido conquistar um posicionamento junto aqueles que verdadeiramente decidem, irá igualmente fracassar” (Daniellou e Béguin, 2007, p. 287).

Entendemos que, em nossa investigação, privilegamos as condições de sua realização, mas não avaliamos adequadamente a vontade dos decisores em mobilizar e incorporar os princípios que preconizados pela Ergonomia para a conceção. Mesmo tendo sido bem recebidos e tido todo o apoio da DSIA, refletimos se realmente havia uma percepção, por parte dos decisores, dos potenciais benefícios da investigação, ou se havia ainda uma vontade genuína que o projeto, assim como as práticas da conceção, fosse modificados.

Além disso, nossa influência dentro da Empresa revelou-se fraca: falhamos em não evidenciar possíveis benefícios em termos de otimização do processo, aumento da produtividade, qualidade dos produtos, etc., e em buscar outros possíveis interessados que pudessem partilhar dos objetivos da investigação. Daniellou e Béguin (2007) citam que é fundamental assegurar que os responsáveis, a supervisão, os representantes dos trabalhadores e os assalariados dos setores envolvidos fiquem a par da presença e da missão do ergonomista. Acreditamos que, nesse caso, representantes da Direção de Qualidade e da Direção de Engenharia Industrial provavelmente teriam partilhado interesses conosco. Talvez se nossa investigação tivesse conseguido mobilizar outros atores para uma “vontade ergonómica”, e tivéssemos conseguido “navegar” (Broberg e Hermund, 2004) dentro da organização, poderíamos ter obtido mais sucesso. Talvez tivéssemos ainda contribuído para aquilo que Haslegrave e Holmes (1994) entendem como sendo o papel da Ergonomia em “catalisar a cooperação” entre os departamentos das empresas.

- *A Integração a Equipa de Engenharia*

No início da investigação, entendíamos que o facto da conceção da nova calandra estar sob responsabilidade de uma equipa interna da Empresa, nos permitiria ter uma maior proximidade com os seus integrantes e suas decisões. Entretanto, não conseguimos mobilizar, junto à essa equipa, os potenciais contributos e benefícios de nossa investigação e de nossa participação na conceção. Não conseguimos demonstrar a seus membros a importância do ponto de vista da atividade com um contributo para a conceção. Conforme citamos, nós nos tornamos novos atores na equipa mas nosso papel nunca foi destacado, e nossa atuação foi muitas vezes percebida como um questionamento das decisões tomadas.

Mesmo tendo sido disponibilizados dados e informações relativas à conceção da nova calandra (cronograma, desenhos, etc), não fomos de facto integrados à equipa de engenharia: não conseguimos nos envolver e nem influenciar em suas decisões. Além disso, a nossa investigação implicaria não somente em possíveis mudanças na conceção em si, mas também na forma de conduzir o seu processo, ou seja, na forma como as decisões seriam tomadas. Os métodos e técnicas que pretendíamos utilizar foram questionados, entre eles a participação dos operadores nessas decisões.

Não fomos capazes de criar, com os membros da equipa de engenharia, aquilo que Jackson (1999) define como “mecanismos de cooperação necessários para a ação ergonómica”, e nem tampouco o que Petit (2008) define como uma “estrutura operativa”, que deve permitir conduzir experimentações e novas formas de conceção a partir de outros pressupostos e critérios.

- *O Tempo, a Evolução do Projeto e a Centralização das Decisões*

Apesar de inicialmente termos entendido que havia tempo hábil para desenvolver a investigação, ao longo de sua condução, percebemos que a nossa capacidade de influenciar tornava-se cada vez mais difícil e que nossas contribuições estariam cada vez mais restritas.

No decorrer da terceira fase da investigação, à medida que o projeto evoluiu na Empresa, percebemos que não tínhamos mais tempo para seguir as etapas do método da AAF conforme planeamos. Quando encerramos a recolha de dados, ainda estávamos em busca de configurar demandas e construir cenários futuros.

Para Haslegrave e Holmes (1994) o momento da introdução da Ergonomia é uma questão importante, devendo ser feito no início de um projeto, na etapa conceptual, evitando que

problemas posteriores, que podem ser muito onerosos. Como afirmam Burns e Vicente (2000), quando a Ergonomia é relegada a um papel de avaliação “pós-design”, são deixados aos ergonomistas pouca oportunidade de fazer mudanças significantes e importantes na concepção. Na opinião de Guimarães (2006), quando a Ergonomia entra muito tarde no processo projetual, impede-se a correta aplicação da Ergonomia de Concepção, restando ao ergonomista “‘remendar’ os postos dentro de uma idéia de correção” (p. 2). Ou seja, para o ergonomista assumir um papel prescritivo, deve atuar na construção e definição dos problemas a tratar, e quanto mais tardia for a sua entrada nos processos de concepção, menores serão as chances de dar seu contributo.

Isso reforça nossa perspectiva de que o ergonomista deve estar presente desde as fases iniciais do projeto. A capacidade de transformar é limitada quando os projetos de concepção já se encontram desenvolvidos e definidos. Ou seja, para aumentar as chances de que seus critérios e requisitos sejam considerados, eles devem ser incorporados o mais cedo possível, caso contrário, podem implicar na revisão de decisões prévias, o que pode não ser tecnicamente possível ou economicamente viável.

Mas é importante também citar que no momento em que nos inserimos na Empresa, o projeto de ampliação da unidade já se encontrava centralizado na equipa de engenharia da DE. Ao longo do desenvolvimento da investigação, percebemos que todas as decisões estavam a cargo do Engenheiro de Projeto. Ou seja, já não havia naquele momento um ambiente de discussão e confrontação de pontos de vista, no qual também pudéssemos nos expressar: as decisões eram tomadas a partir de um único ator. Ou seja, faltaram espaços e momentos nos quais os saberes e as situações vivenciadas pelos operadores no dia a dia da calandragem pudessem ser expostos e discutidos. Não encontramos naquele momento, o que Schön (1998) entende como sendo um contexto institucional que favorecesse a prática reflexiva.

- *A Dificuldade de Mensurar os Benefícios e os Custos das Alterações*

No início das negociações, argumentamos quais seriam os benefícios que a investigação poderia trazer para a concepção da nova calandra de 4 rolos. Entretanto, na terceira fase da investigação, quando tivemos acesso aos desenhos de engenharia e visitamos o edifício onde seria instalada a nova calandra de 4 rolos, percebemos que grande parte das decisões já haviam sido tomadas, e algumas inclusive já haviam sido executadas. As restrições haviam se ampliado, e no nosso caso, estavam em jogo o cumprimento do cronograma e as possibilidades de fazer alterações ao projeto.

Disso, os pontos de melhoria ou alterações que sugeríssemos ao projeto da nova calandra deveriam ser justificados em relação aos benefícios e à pertinência em termos de melhorias para a saúde, para a segurança e para a otimização do processo. Ao mesmo tempo, sabíamos que algumas dessas decisões ou eram irreversíveis²⁴⁵ ou implicariam em mais recursos.

Propor alterações naquela altura implicaria em rever decisões já tomadas e, em alguns casos, modificar aquilo que já havia sido implementado. Ou seja, qualquer proposta que fizéssemos a partir daquele momento deveria portanto ser não somente argumentada, mas também quantificada em termos dos benefícios económicos evidentes e mensuráveis para a Empresa. Nos deparamos com a dificuldade de avaliar as consequências das alterações observadas no projeto da estrutura metálica, assim como de quantificar os impactos para o trabalho dos operadores da calandragem. Não conseguimos demonstrar os impactos das alterações, nem tampouco quantificar seus possíveis benefícios: era certo que as sugestões que propuséssemos a partir dali representariam mais recursos, porém não era certo quais, e quanto, seriam os seu benefícios.

Essa dificuldade de mensurar os custos e os benefícios das intervenções ergonómicas é reconhecida dentro da Ergonomia. Hendrick (2003), por exemplo, advoga que é extremamente importante que os ergonomistas apresentem suas propostas em termos económicos para a gestão das empresas, identificando claramente os custos e benefícios económicos que podem ser esperados, assim como delinear como eles serão medidos. Noro (1991) aponta que, dado que o aumento da produtividade é o principal interesse dos gestores das empresas, o ergonomista deveria mostrar como pode contribuir nesse aspeto, mas salienta que não é fácil demonstrar como a Ergonomia pode aumentar a produtividade, e por isso o ergonomista deve fazer uso de métodos para persuadir as empresas a adotar a Ergonomia. Haslegrave e Holmes (1994) citam que os ergonomistas que argumentam somente a partir de uma “facilidade de uso”, estarão mau equipados para assumir parte nas decisões de conceção. Por não constituir-se como algo trivial, trata-se, portanto, de um debate ainda atual.

- *A Complexidade do Trabalho na Calandra de 4 Rolos*

Daniellou e Béguin (2007) citam que é essencial que o ergonomista dimensione sua ação considerando o contexto tal como ele conseguiu construí-lo numa dada fase de sua intervenção.

²⁴⁵ A mudança do pé-direito do edifício, por exemplo.

Mesmo tendo conseguido negociar as condições de realização de nossa investigação, acreditamos que não dimensionamos corretamente alguns de seus desafios, entre eles, o porte da calandra de 4 rolos e a complexidade de seus processos e do trabalho de seus operadores. Isso havia sido apontado pelo Engenheiro de Projeto na primeira fase da investigação.

Essa complexidade fez com que despendêssemos muito tempo para compreender as atividades de trabalho da calandragem. Além disso, a quantidade de situações de variabilidade observadas contribuíram para que levássemos mais tempo para entender o processo, o equipamento e as atividades de trabalho dos operadores da calandragem.

- *A Dificuldade de Prever o Trabalho a partir dos Desenhos de Engenharia*

Uma outra dificuldade vivenciada foi a dificuldade de prever futuras situações a partir dos desenhos de engenharia. Observamos a limitação desses como uma possível ferramenta de suporte à simulação da atividade futura: tais desenhos não contemplavam detalhamentos necessários para antecipar situações possíveis de uso, como por exemplo, interfaces de ação e de visualização e diversos equipamentos e sistemas. Logo, precisaríamos utilizar outras ferramentas que nos ajudassem a prever as situações de uso, a confrontar opções de projeto e auxiliar na tomada de decisão.

Não dispúnhamos de protótipos e nem havia a viabilidade de desenvolver maquetes em tamanho natural para fazermos simulações experimentais, como sugere Daniellou (2007), nas quais os sujeitos efetivamente realizam roteiros e durante as quais é possível analisar a atividade deles para identificar as dificuldades encontradas, avaliar o resultado do desempenho e os custos resultantes. Nosso único recurso seria utilizar ferramentas tais como a simulação linguageira (Béguin, 2007b; Daniellou, 2007). Foi isso que pretendemos operacionalizar nas reuniões participativas com os operadores.

Entendemos que a disponibilidade e a aplicação outras ferramentas teriam nos auxiliado a mostrar aos decisores os impactos das decisões tomadas, simular futuras situações de uso, e experimentar as sugestões dadas pelos operadores ao longo da recolha de dados na calandra e das reuniões participativas. Teriam permitido também simular algumas das estratégias dos operadores que identificamos. Entretanto, é preciso sempre levar em consideração que tais ferramentas também possuem limitações. Mesmo ferramentas de simulação mais complexas, desenvolvidas para situações de trabalho de segurança crítica, nas quais as operações são prescritas exaustivamente,

protocoladas e padronizadas, não antecipam tudo aquilo que envolve uma situação real. Refletimos também, como seria possível incorporar nessas simulações alguns componentes que identificamos no trabalho da calandragem, como, por exemplo, a dimensão coletiva, a cooperação e a gestão de variabilidades. Infelizmente, não houve tempo hábil para utilizar ou desenvolver ferramentas que nos auxiliassem na concepção.

11.7. Objetivos e desafios de uma Investigação-ação em Ergonomia de Concepção

Uma investigação que utiliza uma estratégia de investigação-ação possui duplo objetivo: agir numa realidade e refletir sobre a ação conduzida. Isso implica em novos desafios para a investigação e para aqueles que nela se envolvem. Não basta observar e recolher dados sobre um contexto: para atingir-se o objetivo de transformar através da ação, é necessário interagir com os atores neles inseridos, construir novas relações, tendo em consideração aquilo do contexto que é também determinante e que precisa ser solicitado ou estimulado para promover a mudança.

Mas para além disso, como aponta Curie (2004), é bastante difícil descobrir onde, atrás da ação, se esconde a investigação. Em relação a essa questão, Sperandio (1995 citado por Curie, 2004) entende que o investigador, ainda que escolha seus temas preferidos, não tem o bel-prazer de circunscrevê-los ao sabor das teorias em moda: “ele pode e deve teorizar, senão deixa de ser pesquisa, mas é o campo que decide em grande parte os critérios pertinentes e as variáveis que devem ser levadas em consideração” (p. 27).

Por fim, é preciso considerar que toda produção de conhecimento se dá no “interior” de práticas sociais. Wisner (2004) ressalta que a prática da Ergonomia é fortemente situada devido a contingências inelutáveis, e logo, a eficácia da ação do ergonomista é determinada pela aceitação e bom uso dessas limitações. Em nossa investigação, as limitações que encontramos foram determinantes para seu insucesso, e, infelizmente, não conseguimos fazer bom uso delas.

Breve Síntese do Capítulo

No presente capítulo relatamos a terceira e última fase da investigação de campo. Iniciamos descrevendo como estabelecemos contatos com diversos atores e como buscamos configurar as demandas para a concepção da nova calandra de 4 rolos a partir da situação de referência. Refletimos ainda sobre a importância do engajamento do ergonomista para encontrar quais são as fontes disponíveis para ajudá-lo a configurar tais demandas. Entendendo que os operadores

são atores essenciais para um processo de concepção, visto que são os portadores do ponto de vista da utilização, descrevemos como buscamos operacionalizar uma forma de integrá-los ao projeto, diferente daquela já existente na Empresa.

Relatamos também o nosso acesso aos desenhos de engenharia que seriam fornecidos à empresa contratada que faria a construção da estrutura metálica, e como observamos alterações em relação à calandra em operação. Ressaltamos como os critérios da atividade haviam sido desconsiderados nessas alterações. Posteriormente, descrevemos a evolução do projeto na Empresa, o aumento das restrições e a diminuição da nossa possibilidade de propor modificações. Finalizamos o capítulo descrevendo como se deu a interrupção da investigação de campo, e trazendo reflexões finais sobre as possíveis causas de nosso insucesso.

Página deixada propositadamente em branco.

PARTE IV

Capítulo 12. Contribuições da atividade para a concepção dos artefactos de trabalho

Capítulo 13. Considerações finais e perspectivas para trabalhos futuros

Página deixada propositadamente em branco.

CAPÍTULO 12. CONTRIBUIÇÕES DA ATIVIDADE PARA A CONCEÇÃO DOS ARTEFACTOS DE TRABALHO

"Olhar de perto permite ver longe"

Maurice de Montmollin

Mediante o desenvolvimento e a interrupção da investigação de campo, um dos objetivos planeados para a mesma não foi alcançado: não conseguimos nos integrar a equipa de engenharia e gerar e incorporar novos critérios e requisitos para a conceção da nova calandra de 4 rolos. Apesar de não termos atingido tal objetivo, restava-nos ainda um segundo objetivo, que era o de refletir sobre a ação conduzida.

Obviamente, nesse caso, nossa reflexão deixa de ser sobre a ação e os resultados alcançados, passando a ser sobre o insucesso, sobre o que do planeado não foi possível realizar e dos seus prováveis motivos. Ao longo dos três últimos capítulos, refletimos sobre as dificuldades e desafios vivenciados. Mesmo assim, acreditamos também ser possível refletir sobre como a Ergonomia pode contribuir para a conceção dos artefactos de trabalho. Por isso, nesse capítulo, trazemos uma discussão centrada na apropriação da atividade como fonte para renovar a conceção.

Tais reflexões representam a nossa tentativa de compatibilizar a exigência do aprofundamento acadêmico-científico-técnico com os desafios de uma investigação-ação em Ergonomia de Conceção.

12.1. Renovar a Prescrição, Renovar a Conceção

A Ergonomia da Atividade se desenvolve a partir da constatação de que o trabalho real é sempre diferente do prescrito. Ao refletir sobre esse hiato, verifica-se que, comumente, as prescrições são incompatíveis com a atividade, ou ainda, inadequadas à realidade da produção e às exigências de desempenho operatório (Echternacht, 2004).

Mesmo salientando esse facto, a Ergonomia reconhece a importância e a utilidade das prescrições: ainda que o real nunca coincida com o prescrito, ambos são fundamentais à unidade de trabalho. Como cita Cunha (2011), “a ênfase colocada na actividade não significa desconsiderar a prescrição, pelo contrário, significa sim ‘renová-la’” (p. 57). Ou seja, os esforços de antecipação contidos nas prescrições não devem ser desvalorizados e as tentativas de elucidar o futuro a partir

do presente não devem ser desmerecidas, uma vez que as prescrições revelam a capacidade humana de planejar, projetar, engenhar e criar artefactos para modificar o meio.

Argumentamos anteriormente²⁴⁶ que a conceção dos artefactos pode ser vista como uma forma de prescrição, pois através dela define-se as formas de uso. No caso das bases técnicas da produção, define-se, indiretamente, como o trabalho pode se realizar.

Logo, renovar as prescrições é também renovar a conceção e assumir que há formas alternativas possíveis de criar os artefactos. Logo, com o intuito de melhor adaptá-los às pessoas e às necessidades de utilização, o ergonomista se aventura a trazer para a atividade de conceção novos pontos de vista, em busca da “alteridade de um pensamento tecnocêntrico e simplificador” (Vassão, 2010). Nessa mesma perspetiva, Béguin e Duarte (2008), ao defenderem um policentrismo para os processos projetuais, entendem que esta é também uma busca pela inovação, visto que

o processo de inovação coloca em cena um conjunto diverso de pontos de vistas, de saberes, de necessidades e de procedimentos, ... é necessário articular os procedimentos, os conhecimentos e os objetivos perseguidos pelos diferentes protagonistas de um projeto. (p. 13)

12.1.1. A ATIVIDADE COMO FONTE PARA RENOVAR A CONCEÇÃO

Uma contribuição da Ergonomia para renovar a conceção advém da conceptualização teórica em torno do conceito de atividade e de sua capacidade metodológica de se aproximar de situações reais de trabalho e de uso. Ao revelar aquilo que é circunstancial, o ponto de vista da atividade contribui para uma visão mais coerente a respeito do trabalho e da utilização de um artefacto. Concordamos com Hubault (2004), que afirma que a função essencial do ponto de vista da atividade é favorecer uma outra visão da tarefa que interessa particularmente a contribuição da Ergonomia nas abordagens de conceção.

Nesse sentido, renovar a conceção através da atividade é dar um passo para uma conceção que tenha o Homem e o real do trabalho como referências. Concordamos com Lacomblez e Vasconcelos (2009), que afirmam que “as mudanças técnico-organizacionais não podem ser decididas abstractamente e de forma definitiva, com o único apoio dos recursos técnico-científicos e sem uma ancoragem na sempre renovada actividade real de trabalho, onde se exprimem

²⁴⁶ No Capítulo 6 – A conceção: definição, conceptualização, teorias e métodos.

concretamente dificuldades e dinâmicas contraditórias” (p. 56). Ou seja, é fazer com que o ponto de partida da concepção dos artefactos não esteja baseado numa visão simplificadora e redutora do trabalho. Disso, relembramos a posição de Duraffoug (2013), que aponta que

mais precisamente, as tecnologias são concebidas a partir da tarefa, isto é, de objetivos expressos sob a forma de resultados antecipados, a serem atingidos em condições econômicas, materiais e organizacionais determinadas. Na verdade, a atividade concreta dos operadores que realizarão esta tarefa está quase totalmente ausente de sua definição. (p. 41)

Também como defende Daniellou (1986), “se queremos conceber os meios de trabalho para diminuir a fadiga dos operadores ou os riscos de erros, é a atividade real que precisamos considerar” (p. 15).

Logo, utilizar a atividade como fonte para renovar a concepção é dar lugar de destaque à experiência do trabalho. Para Conceição (2011), a eficácia da Ergonomia “está diretamente relacionada à capacidade de fornecer à equipe de projeto, desde o início do processo projetual, informações pertinentes sobre a atividade dos usuários” (p. 1), pois “é a atividade real que será desenvolvida que deve ser levada em consideração no ato de projetar” (p. 44). É preciso efetivar aquilo que define como uma “transferência de experiência” (Conceição, 2011), ou seja, um retorno do conhecimento sobre a experiência prática dos usuários para os projetistas.

Defendemos que uma concepção centrada na atividade deve reconhecer a variabilidade e a necessidade de regular as situações. A concepção deve-se permitir que o trabalhador desenvolva estratégias operatórias, e possa assim construir a sua competência, visto que elas devem também serem interpretadas de forma positiva e até como algo esperado do trabalhador (Cunha, 2011).

Entretanto, renovar a concepção a partir da atividade envolve modificar a sua dupla construção, técnica e social. Para a primeira delas, defendemos que a concepção esteja centrada na validação e na geração de critérios ergonômicos e na criação de possibilidades de uso. Já em termos da construção social, defendemos o reconhecimento da utilidade do saber dos operadores para a concepção.

12.1.2. OS CRITÉRIOS ERGONÓMICOS CONSOLIDADOS E OS CRITÉRIOS EMERGENTES

Ao longo de sua formação e desenvolvimento, a Ergonomia organizou e sistematizou um conjunto de conhecimentos sobre o Homem úteis para a concepção. Esses conhecimentos encontram-se

disponíveis na forma de recomendações, *guidelines*, *check-lists*, contidos em manuais diversos, como, por exemplo, documentos legais, normas, materiais bibliográficos, entre outros. Consistem em conhecimentos construídos a partir da perspectiva da generalização, baseados em estudos da fisiologia humana, biomecânica, antropometria, etc. Na opinião de Daniellou e Béguin (2007), tratam-se de conhecimentos suficientemente estabilizados para serem expressos na forma de recomendações gerais ou normas. Desse conjunto de conhecimentos o ergonomista obtém um tipo de critério que denominamos como “critérios ergonômicos consolidados”.

Comummente, entende-se que incorporação desses critérios na concepção seja algo trivial. Entretanto, como aponta Chapanis (1996 citado por Falzon, 2007), os conhecimentos contidos nos manuais não são suficientes para uma prática. De acordo com o autor, os livros e manuais em Ergonomia

fornecem numerosas regras e recomendações gerais sobre as exigências dos usuários, baseados em resultados de pesquisa. Regras e exigências são escritas com a hipótese implícita, às vezes explícita, de que os projetistas as lerão e delas deduzirão como conceber objetos adaptados às capacidades e limites humanos. O problema dessa abordagem é que, em grande medida, ela não funciona. Os engenheiros, *designers* e programadores não lêem nossos manuais, não compreendem nossas regras e recomendações. Se por acaso os lessem, ainda não saberiam como conceber para atender a nossas regras, mesmo que tentassem segui-las. Não há razão para que consigam. Não deveríamos esperar que os *designers* façam um serviço, para o qual fomos treinados e eles não. (p. 14)

O mesmo é verificado por Wulff et al. (1999a), que observam que a disponibilidade de critérios ergonômicos num projeto de engenharia de larga escala não é condição suficiente para que eles sejam utilizados pelos projetistas, e por Meister e Farr (1967 citado por Haslegrave e Holmes, 1994), que afirmam que os projetistas raramente consultam os manuais de Ergonomia porque eles buscam por respostas específicas e não estão interessados em extrai-las das diretrizes gerais dadas nesses manuais. Já Conceição (2011) cita que elaborar os padrões pertinentes e aplicá-los no momento adequado não acontece naturalmente, e que existe uma “dificuldade dos projetistas em ‘interpretar’ as recomendações, ou mesmo em localizar as recomendações pertinentes” (p. 105). Burns, Vicente, Christoffersen e Pawlak (1997) apontam que mesmo que houvesse um “manual perfeito em Ergonomia”, ele provavelmente teria pouco impacto na concepção. Por isso, defende-se que o ergonomista é o ator responsável pela aplicação desses critérios.

Entretanto, para que isso seja feito, o ergonomista deve “validá-los”, ou seja, deve ser verificada a sua pertinência ou aplicabilidade sobre a situação específica. Quanto a essa questão, Daniellou e Béguin (2007) defendem que o ergonomista deve dominar tais conhecimentos, mas ainda ser capaz de discutir suas “condições de validade”, visto que “algumas entre elas, de fato, isolam um fator do conjunto da situação de trabalho, o que pode levar a não considerar as combinações de fatores e introduzir novos fatores de risco” (p. 289). Entendemos que é também nesse sentido que se daria a complementaridade da Ergonomia dos Fatores Humanos e a Ergonomia da Atividade, como defendida por Montmollin (1990, 2005).

Por isso, validar os critérios consolidados é confrontá-los com a realidade do trabalho. Logo, a atividade constitui o meio através do qual isso pode ser feito. A Figura 26 ilustra esquematicamente essa questão.

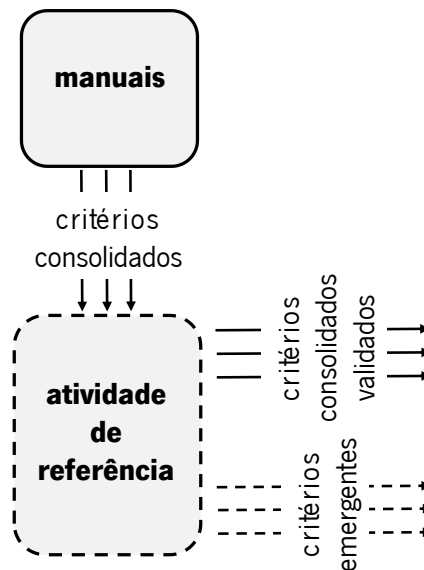


Figura 26 – Critérios ergonômicos consolidados e emergentes.

Entretanto, argumentamos que apesar da utilidade dos critérios consolidados para a concepção dos artefactos, eles são insuficientes. Wisner (2004) afirma que num equipamento podem ser incorporados os melhores conhecimentos dos Fatores Humanos, e mesmo assim, não permitir um trabalho satisfatório à população de trabalhadores que o utilizam, ou seja, é possível que os dados experimentais relativos ao trabalho prescrito não permitam a elaboração de soluções convenientes para o trabalho real. Logo, a incorporação de critérios ergonômicos na concepção não se limita aos conhecimentos que a Ergonomia já desenvolveu, mas amplia-se para a necessidade de construir novos critérios e requisitos a partir de novos conhecimentos.

Logo, defendemos que uma ação em Ergonomia de Conceção perpassa gerar novos conhecimentos, critérios e requisitos. Denominamos esses novos critérios como “critérios ergonómicos da atividade”, ou ainda “critérios emergentes”, conforme ilustramos na Figura 26.

Ao contrário dos critérios consolidados, esses não são dados à priori, e logo não encontram-se à disposição para serem utilizados. Os critérios da atividade devem ser gerados a partir de cada situação de trabalho específica, e por isso os denominamos como emergentes. Assumimos a mesma posição defendida por Wisner (2004), de que para conceber um bom dispositivo técnico é necessário, previamente, analisar o trabalho.

Essa necessidade de validar e de construir critérios para a conceção vai ao encontro do que preconizam Daniellou e Béguin (2007): "os critérios de ação devem ser singularizados e identificados para cada intervenção com muita precaução: a ergonomia visa resolver problemas reais em tempo real, em contextos singulares, cuja especificidade precisa ser respeitada" (p.282).

Uma vez proposto que os critérios emergentes sejam singularizados para as situações de trabalho específicas, questionamos como e a partir do quê gerar tais critérios.

Devido ao facto dos problemas da conceção serem “mal definidos”, defendemos que eles devem ser construídos a partir do contacto do ergonomista com as situações reais de trabalho e da análise da atividade. Cabe ao ergonomista identificar o que a situação lhe apresenta para gerar tais critérios, fazendo aquilo que Schön define como uma “reflexão na ação” (1996, 1998). Isso, por sua vez, implica que o ergonomista seja capaz de construir os problemas junto aos atores envolvidos. O conhecimento do ergonomista e seus critérios de aceitabilidade são portanto essenciais para interpretar situações como problemas a serem tratados pela conceção.

O primeiro objetivo é colocar em evidência para aqueles que decidem, as singularidades das situações de trabalho, as instabilidades dos processos, as situações não-prescritas, os problemas de qualidade, entre outros. É evitar uma compreensão superficial do trabalho, demonstrando que os sintomas de que os processos produtivos não são estáveis *per se*, que as situações de trabalho não são estanques e que os usuários não se comportam de forma igual entre si e em todas as circunstâncias.

O segundo objetivo deve ser a avaliação de cada uma dessas singularidades, buscando compreender se é possível fornecer novas ferramentas para auxiliar o operador a fazer aquilo que

o trabalho lhe pede, para desenvolver ou aprimorar suas estratégias²⁴⁷. Pode ainda revelar porque determinados artefactos não são “apropriados” pelos operadores²⁴⁸ ou ainda porque outros artefactos são considerados ineficientes no auxílio à atividade²⁴⁹.

Mas para além disso, a incorporação dos critérios exige que o ergonómista esteja presente no processo de conceção, pois como citam Wulff et al. (1999a), para serem efetivos, os critérios devem ser sustentados por especialistas em Ergonomia, engajados ativamente na conceção.

12.1.3. DA IMPREVISIBILIDADE ÀS POSSIBILIDADES DE USO

Na visão determinística do mundo baseada no racionalismo técnico, os processos produtivos são estáveis, previsíveis e portanto prescritíveis. Entretanto, tal visão foi posteriormente questionada pela ideia de que o mundo em que vivemos é probabilístico, sujeito constantemente a fontes de variações. Logo, o pensamento de que é possível saber ou projetar o futuro é questionado pela visão de que há sempre elementos imponderáveis na realidade.

A Ergonomia da Atividade compartilha os pressupostos dessa última, e revela que o trabalho real nunca coincide com o trabalho prescrito. Defende que o trabalho, objeto complexo, é “parcialmente impossível de ser antecipado” (Duraffourg, 2013). Com isso, ajuda a identificar os elementos circunstanciais do trabalho e a lançar luz sobre aquilo que não é previsto, e, portanto, não é prescritível.

Daniellou e Garrigou (1992) questionam os limites da prescrição ao refletir sobre o “quão longe a atividade futura poderia ser prevista” (p. 57). Na visão de Areosa (2012),

a criação de normas, regras e procedimentos pode, de facto, tornar-se vantajosa quando se executam trabalhos rotineiros e com fracos níveis de autonomia por parte dos trabalhadores.... Porém, esta situação pode já não ser assim tão linear quando o trabalho que se pretende realizar revela um carácter muito diversificado, pouco regular, sujeito a fortes dinâmicas de origem interna ou externa à organização, que necessite de elevada

²⁴⁷ Citamos, por exemplo, a estratégia que os 2º Operadores desenvolvem para, quando no final da corrida de determinado estilo, interromper a alimentação dos compostos de borracha na hora certa, para que não falte ou sobre compostos nos moinhos e bancos. (Conforme descrito no Anexo 14 - Estratégia Operatória Referência EO.EM.4). Observamos que mesmo desenvolvendo tais estratégias, em algumas vezes elas foram ineficazes, tendo inclusive em alguns dias, causado algumas situações de variabilidade (Situações de variabilidade referências 20101217.02.B/20101217.03.C). Ora, isso significa que a estratégia pode ainda ser aprimorada ou a necessidade de ferramentas para auxiliar os operadores a tomar a decisão de interromper a alimentação de compostos na hora adequada.

²⁴⁸ Citamos, por exemplo, o conjunto de pedais de acionamento das estações do wind-up, que os operadores preferem não utilizar como uma estratégia de segurança, pois o consideram muito arriscado, conforme citamos no item 10.3.3.

²⁴⁹ Citamos como exemplos: o sistema de alarme de indicação de falha de alimentação de composto de borracha, considerado como ineficiente (como descrito no Anexo 14 – Estratégia Operatória EO.EM.5), e a opção de fazer o corte do tecido no *wind-up* sempre em modo manual, devido aos riscos de perda de material quando é utilizado o sistema de corte automático (como descrito no Anexo 14 – Estratégia Operatória EO.WU.2).

autonomia e capacidade de decisão por parte dos trabalhadores ou quando se enfrentam com regularidade situações inesperadas. (p. 115)

Conforme Fleury (2001 citado por Lima et al., 2015), a complexidade das situações transforma o imprevisível em algo cada vez mais frequente. Zarifian (1995 citado por Lima et al., 2015) cita que o aspecto imprevisível das situações leva a uma “crise das prescrições”:

os métodos, procedimentos, normas se encontram cada vez mais desajustados, não apenas em face dos saberes efetivamente mobilizados nos atos reais de produção, mas em relação ao caráter crescentemente circunstancial, complexo e imprevisível dos problemas a resolver no plano da atividade concreta. (p. 1228)

Para Daniellou e Garrigou (1992), a atividade de trabalho só poderia ser precisamente prevista se os sistemas técnicos e organizacionais fossem tão restritivos que só haveria uma forma de trabalhar, o que seria contrário aos princípios da Ergonomia. Para outros autores, trata-se de uma contrariedade aos princípios da vida. Cunha (2011) ressalta a recusa de uma estrita heterodeterminação da atividade de trabalho, como se fosse possível antecipá-la totalmente, um intento do *taylorismo*. Assim, a atividade não pode ser prevista ou determinada em sua totalidade porque constitui-se por um encontro singular: antecipá-la seria portanto um objetivo “impossível”, mas também “invivível” (Schwartz e Durrive, 2007). Para Rabelo, Barros e Cunha (2014), “a impossível e invivível antecipação exaustiva do trabalho relaciona-se com a própria condição humana de vida”, e afirmam ainda que

uma completa modelização do mundo em que se vive é inexecutável, assim como não há como conceber uma vida humana sem recentramentos. O humano tem necessidade de transformar seu meio segundo suas próprias normas de saúde, de gerir sua própria vida (Brito & Athayde, 2011). Sem a inventividade diante do inédito, sem as transgressões às normas, não se produz história, não se produz a si mesmo. (p. 244)

Ora, por um lado entendemos que na conceção define-se a utilização de um artefacto. Relembramos o exemplo citado por Daniellou (2007): "a presença de uma paleteira dá ao operador a possibilidade de utilizá-la ou não, enquanto a ausência da paleteira força o operador a carregar o objeto" (p. 304). Entretanto, essa definição é sempre parcial, incompleta, pois o trabalho é impossível de ser antecipado em sua totalidade. Vassão (2010) defende que a conceção é um processo aberto, incompleto, circunscrito a um universo de subjetividade e transferências que podem apenas ocorrer sob a pena da “reinterpretação” e da “ressignificação”, e logo, a conceção não pode ser uma resposta, mas sim uma pergunta. Ou seja, a conceção não deve responder, mas dar possibilidade de respostas. Mesmo partindo da ideia de que uma atividade

futura não possa ser prevista em sua totalidade, não significa que essa não possa ser, ainda que parcialmente, antecipada. Nesse sentido, renovar a concepção significa, ao contrário de definir um modo único, restrito, no qual a atividade futura possa se desenvolver, dar opções para o uso.

Assim, a concepção altera-se de uma função restritiva para uma função de “fornecimento de margens de manobra para diversas formas de trabalhar”, ou como ressalta Daniellou (2004), ao afirmar que a “impossibilidade de prever as condutas humanas não proíbe o esforço de lucidez: a previsão não visa as condutas propriamente ditas, mas visa às margens de manobra, no interior das quais condutas originais poderão emergir”(p. 191). Logo, a ideia de se restringir as possibilidades de ação condicionando-as para uma forma única é substituída pela ideia de que há várias maneiras de realizar um trabalho e, portanto, utilizar um artefacto. Assim, renovar a concepção perpassa desenvolver soluções que “condicionem o trabalho”, não no sentido de determiná-lo estritamente, mas de dar condições para que ele se desenvolva. É também essa a perspectiva de “plasticidade” defendida por Béguin (2007c), que afirma que os sistemas devem ser “plásticos” ou “flexíveis”, de forma a permitir que a atividade tenha suficiente liberdade de manobra para tornar mais eficientes os sistemas técnicos, e a concepção passa a ser vista como a definição do “espaço das possíveis formas da atividade de trabalho” (Daniellou e Garrigou, 1992, p. 57).

Defendemos que o objetivo final da concepção deve ser, portanto, ampliar o espaço de desenvolvimento da atividade futura, conforme ilustramos na Figura 27.

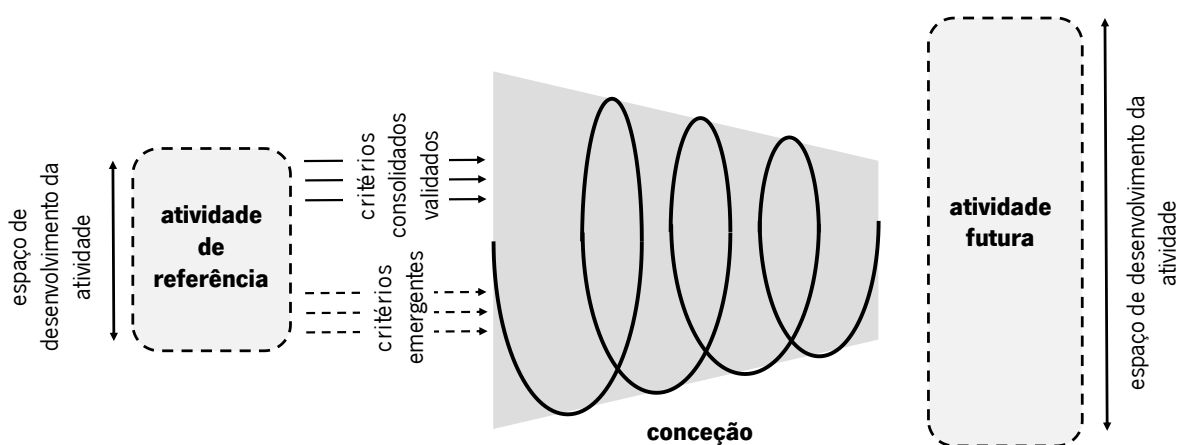


Figura 27 – Conceber para as possibilidades de uso.

Para Béguin (2007b), a inovação nos projetos de engenharia perpassa conseguir antecipar situações de uso, em conseguir aproximar a prescrição, na forma da materialização das possibilidades de ação, daquilo que é o real do trabalho. Logo, as decisões de concepção devem se basear no máximo possível de informações pertinentes e possíveis naquele instante. A atividade real é portanto fundamental para essa renovação, pois é a partir dela que os critérios consolidados serão validados e os critérios emergentes serão gerados.

Isso também impacta diretamente na avaliação dos riscos, pois uma vez que se percebe a necessidade de agir de determinadas maneiras ou acessar determinados locais, pode-se melhor conceber o artefacto tendo essa necessidade em consideração²⁵⁰. Logo, a promoção da segurança deixa de basear-se num cerceamento ou condenação das estratégias operatórias, e passa a seguir a direção de um fornecimento de ferramentas que possam permitir que o operador desenvolva seu trabalho com segurança dentro do espaço possível de desenvolvimento da atividade.

Do mesmo lado, impacta diretamente na promoção da saúde no trabalho. Para Daniellou (1992 citado por Pinheiro et al., 2010), o estado de abertura do leque de modos operatórios permitidos determina a carga de trabalho. Ou seja, a carga de trabalho aumenta na medida em que há uma diminuição do número de modos operatórios possíveis, e logo, menos possibilidades de alternar maneiras de trabalhar para cumprir os objetivos da produção (Guérin et al., 2001).

De acordo com a perspectiva de Folcher e Rabardel (2007),

a concepção deve visar a criação de espaços de possibilidades, no interior das quais a atividade dos usuários possa se desdobrar, por um lado, para a atividade produtiva, de acordo com a variabilidade e a singularidade das situações e, por outro lado, para a atividade construtiva, permitindo e facilitando o desenvolvimento pelo sujeito dos objetos, recursos e condições de sua atividade. (p. 220)

É esse, portanto, um dos papéis do ergonomista envolvido na concepção das bases técnicas da produção: se aproximar da atividade para lançar luz aos imponderáveis, às singularidades e às variabilidades das situações, e utilizar esse conhecimento na concepção. Ou seja, trazer elementos que emergem dessas situações, ajudando a construir uma visão mais coerente sobre o trabalho no presente, para ajudar a conceber um melhor trabalho futuro.

²⁵⁰ Citamos, por exemplo, a situação de variabilidade Referência 20101119.04.A, descrita no Anexo 13, em que o operador pulou a grade de proteção do acumulador do *let-off* para retirar fios de tecido enrolados.

12.1.4. DA ESPECIALIZAÇÃO A UMA RELAÇÃO DIALÉTICA DE SABERES

Citamos anteriormente²⁵¹ que o conhecimento humano tem se organizado de forma a tornar-se cada vez mais especializado, que por um lado permitiu sua evolução, mas que por outro trouxe uma rutura, um afastamento e uma desarticulação. Soma-se à tal rutura a separação entre quem prescreve e quem executa o trabalho, como defendida pela Organização Científica do Trabalho, que defende que executar um trabalho ou utilizar um artefacto é um mero cumprimento de regras, normas, procedimentos. Da história da evolução dos saberes humanos, o saber da prática, da experiência, foi sendo desvalorizado, e passou a ter valores um valor social distinto dos saberes formais ou institucionalizados.

A Ergonomia da Atividade contesta essa desvalorização, e reconhece a importância dos saberes da experiência contidos na utilização. Em seu ponto de vista, o operador regula as situações que vivencia e desenvolve estratégias para lidar com a variabilidade. Ou seja, os saberes dos operadores, acumulados pela experiência no agir, são fulcrais para o cumprimento dos objetivos do trabalho.

No quadro teórico da Ergonomia de Conceção, defende-se o ponto de vista de que a concepção prossegue no uso, partindo da ideia de que esta se trata de um processo não finalizado devido justamente aos imponderáveis das situações. Assim, utilizar um artefacto é uma reconstrução permanente do espaço de possibilidades fornecido, o que, por sua vez, envolve conhecimentos e saberes necessários para agir de forma competente.

Defendemos que os saberes contidos na atividade também são úteis para a concepção: são saberes complementares àqueles dos atores tradicionalmente envolvidos pois carregam pontos de vista distintos sobre o artefacto e sobre o uso. Partilhamos da visão de Duraffourg (2013), que afirma que colocar a atividade de trabalho no centro da prática de conhecimentos sobre as situações de trabalho, obriga a “descompartimentar os saberes disciplinares” (p.39).

Assim, o papel do ergonomista em renovar a concepção perpassa demonstrar e valorizar o saber-fazer contido na experiência de utilização perante os atores tradicionais da concepção. A ideia é multiplicar as representações, procurando por visões múltiplas, até mesmo conflitantes, da mesma entidade (Vassão, 2010). Ou ainda, fazer emergir um “pluralismo profissional”, essencial

²⁵¹ No Capítulo 3 – A problemática da investigação: a incompatibilidade entre os artefactos, as pessoas e o uso.

em situações onde há incerteza, complexidade, instabilidade, caráter único e conflito de valores (Schön, 1998), como é o caso da concepção. O desafio é aproximar o mundo da utilização e o mundo da concepção e os seus saberes diversos.

Por isso, o ergonomista deve mostrar a pertinência e a utilidade dos saberes da experiência e promover um diálogo entre esses e os saberes formais. O objetivo é fazer com que a concepção, enquanto uma obra coletiva, seja um processo de construção de uma realidade comungada (Vassão, 2010).

Mais uma vez, defendemos que é a partir da proximidade com as situações concretas de trabalho que esse diálogo pode florescer. A fertilidade da abordagem ergonómica ajuda a revelar esses saberes pois é na atividade que eles se manifestam. É preciso também levar em conta que comumente tratam-se de saberes implícitos, que emergem da necessidade de agir, uma vez que encontram-se neutralizados nas prescrições. Logo, utilizar a atividade como fonte para renovar a concepção é dar lugar de destaque à experiência do trabalho, permitindo que o ponto de vista daqueles que a vivenciam possa emergir.

Entretanto, permanecem as questões sobre como melhor promover a participação de atores não tradicionais aos processos de concepção, e quais as condições necessárias para promover uma relação dialética entre os diversos pontos de vista. Para Duraffourg (2013), “é, pois, necessário criar, desde o início, as condições de um encontro entre esses diferentes atores, estabelecendo, a partir do trabalho, um debate sobre os critérios (saúde, segurança, produtividade, flexibilidade, etc.), a fim de reatar o que foi arbitrariamente separado” (p. 47). Na opinião de Folcher e Rabardel (2007), “tudo isso requer modalidades novas de organização e condução dos processos de concepção sustentados por coletivos congruentes com a distribuição das contribuições, no uso e nas instituições, e apoiados por metodologias renovadas de concepção ergonómica” (p. 220).

Para além disso, em nosso ponto de vista, as questões subjacentes à participação de outros atores centram-se, antes de mais nada, na capacidade do ergonomista de demonstrar a pertinência desses saberes para a concepção. Na década de 80, Wisner (1985 citado por Ferreira, 1987) afirmou tratar-se esse de um princípio revolucionário, uma vez que faz pensar que os intelectuais e cientistas têm algo a aprender a partir do comportamento e do discurso dos trabalhadores. Duas décadas depois, Broberg (2008) ressaltou a importância de se encontrar caminhos e técnicas que encorajem os engenheiros de projeto a se envolverem em atividades de concepção colaborativas.

Da experiência vivida nessa investigação, podemos afirmar que tal mudança ainda está em curso de desenvolvimento.

12.2. Renovar a Si Mesma

Apresentamos algumas considerações sobre como o ponto de vista da atividade pode ser útil na renovação da concepção, validando e gerando critérios ergonómicos, ampliando as possibilidades de uso e promovendo uma relação dialética entre saberes. Mas se a Ergonomia busca participar nos processos de concepção para renová-los, implica também ser capaz de renovar a si mesma. Renovar a concepção significa também renovar a prática da Ergonomia, buscando caminhos possíveis de ação e desenvolvendo seu quadro teórico e metodológico a partir de uma reflexão dos papéis que o ergonomista pode assumir na concepção.

Atento à tal questão, Daniellou (2006) observa que há muito tempo o ergonomista se interessa no trabalho dos outros – inicialmente pelos operadores de “base”, e mais recentemente pelos organizadores e gestores, projetistas, etc. Mas o ergonomista é também um operador, e logo, a sua atividade também pode ser alvo de análise. Mas para o mesmo autor (Daniellou, 2006), alguns desafios se apresentam ao se tentar formalizar a atividade dos ergonomistas e “melhor elucidar os mecanismos pelos quais ... contribuem para a transformação das situações de trabalho” (p.64). Ainda para o autor (Daniellou, 2006), a hipótese implícita de que as análises das situações de trabalho e os conhecimentos gerais do ergonomista sobre o Homem no trabalho permitiam-lhes desaguar em recomendações que seriam postas em prática de modo autónomo pelos atores da empresa é uma hipótese muito fraca para explicar as suas ações, os seus sucessos e os seus contratempos: “as relações intersubjectivas do ergonomista²⁵² com os outros actores, as deliberações com as quais ele/ela é confrontado, as racionalidades que ele/ela utiliza na acção, os custos que esta representa para ele/ela, são objecto de poucas formalizações” (Daniellou, 2006, p. 67).

Haslegrave e Holmes (1994) afirmam que há muitas formas pelas quais a colaboração entre ergonomistas e projetistas pode ser estabelecida, mas que não é claro qual é a mais provável de ser mais bem sucedida numa dada situação. Para esses autores, apesar de muitos estudos

²⁵² No original, “ergónomo”.

descreverem a colaboração dos ergonômistas para a concepção, os respectivos papéis e relações dos ergonômistas e os projetistas não são bem documentados:

ainda é pouco claro em quais situações cada uma é mais aplicável, e mais importante, como o sucesso pode ser replicado em outras empresas. Os meios para estabelecer tais colaborações certamente dependerão do tamanho da organização, da relação dos projetistas para a organização (se são contratados ou consultores), a fase do processo de concepção que os ergonômistas se envolveram, e o tipo de produto. Todos esses terão uma influência na proximidade dos profissionais, suas esferas e responsabilidades, os recursos financeiros disponíveis e o tipo de informação que pode ser trocada.... Assim, é claro que não há chances de existir um “melhor” modelo de colaboração. (Haslegrave e Holmes, 1994, p. 212)

Defendemos que para que a Ergonomia possa ser vista como uma ciência eficiente na busca de resolução dos problemas enfrentados pela concepção, o ergonômista deve ter sua capacidade de prescrever aprimorada. Para Chapanis (1995 citado por Conceição, 2011), é uma responsabilidade do ergonômista traduzir as diretrizes gerais de Ergonomia em recomendações de projeto. Dekker e Nyce (2004) defendem que o ergonômista deve comunicar os resultados de suas investigações de forma efetiva se quiser influenciar na concepção.

Por isso, defendemos a importância que ergonômista participe da construção das soluções, das especificações e dos detalhamentos de projeto, e não somente forneça recomendações ou descreva as situações, evitando deixar aos projetistas o que Wulff et al. (1999b) entendem como sendo um “problema de tradução”. Conceição (2011) relata que “se os projetistas não possuem as informações que levaram à redação ... [das] recomendações (e os motivos para usá-las), torna-se difícil decidir como aplicá-las” (p. 106). Broberg (2008) defende que, ao invés de tentar “forçar” a Ergonomia no processo de projeto, o ergonômista poderia desempenhar o papel de um “projetista do espaço de trabalho ... [no qual] assume uma abordagem mais orientada para o projeto, com um foco na condução do processo de projeto do espaço de trabalho” (p. 47), o que, por sua vez, pode contribuir para superar alguns dos obstáculos relacionados à integração da Ergonomia à concepção.

Mas defendemos também que a inserção do ergonômista nos processos de concepção não deve ocorrer de forma pontual: sua participação é fundamental nas diversas etapas da concepção, pois mudanças e novas decisões, necessárias ao longo do processo de concepção, podem impactar as formas de utilização do artefacto. Isso deriva do caráter não-linear da concepção e do seu direcionamento por restrições.

Para além disso, o ergonomista também precisa ser capaz de desenvolver técnicas e ferramentas visando facilitar sua negociação com as empresas e aproximar-se das equipas de engenharia. Para além de mudar a representação dos projetistas em relação à utilização ou ao trabalho, o ergonomista deve também modificar a representação que esses possuem da própria Ergonomia. O ergonomista deve ser capaz de demonstrar que o diferencia a Ergonomia não é somente as temáticas sobre as quais se debruça, mas a sua forma particular de ver os problemas e, principalmente, de tratá-los. Para Broberg (2007), o ergonomista deve reconhecer a si mesmo como um “agente de mudanças” quando tenta integrar a Ergonomia na engenharia, o que depende de sua habilidade de assumir o papel de um “navegador político e reflexivo” (Broberg e Hermund, 2004).

O objetivo dessa renovação é que o potencial da Ergonomia, ainda subexplorado (Dul et al., 2012), possa emergir e contribuir para a melhoria do bem-estar humano e para a otimização dos sistemas. E que assim, o ergonomista conquiste um espaço de relevância dentro das empresas e da sociedade.

12.3. Outras Lógicas e Outros Valores para a Conceção

Citamos anteriormente que as decisões de conceção são compromissos entre lógicas, às vezes distintas ou mesmo contraditórias. Ao participar como um ator da conceção, o ergonomista busca incorporar uma outra lógica nas decisões projetuais: a lógica da atividade. Seu papel é o de evidenciá-la e argumentar a sua legitimidade perante as outras lógicas presentes na conceção, pois como bem recorda Duraffourg (2013), “é um eufemismo afirmar que o ponto de vista do trabalho é pouco estruturado e completamente dominado pelos outros pontos de vista na vida cotidiana da empresa” (p. 44).

Entretanto, toda decisão, incluindo aquelas da conceção, são sustentadas por valores. Schön (1998) afirma que “os profissionais se encontram frequentemente emaranhados em conflitos de valores, metas, objetivos e interesses” (p. 28). Indubitavelmente o ergonomista se depara com essa questão em suas práticas. Tais valores podem ser mensuráveis, mercantis, como custos e benefícios, ou ainda valores de eficiência e eficácia. Mas toda decisão perpassa também por valores não-mercantis, não mensuráveis, ou aquilo que Schwartz e Durrive (2007) definem como valores do bem-comum.

Constatando que a concepção não se restringe meramente às questões técnicas, mas que constitui um processo subjetivo que envolve também aspetos humanos e sociais, o ergonomista deve demonstrar que os valores que circulam nos processos de concepção não podem estar centrados somente em valores mercantis. Como defende Echternacht (1998 citado por Pinheiro et al. 2010, p.38) “os critérios de eficiência devem considerar ambos os conteúdos da lógica valorativa dos processos produtivos, quais seja, os conteúdos de produtividade e qualidade dos processos e produtos, e os conteúdos da qualidade da vida produtiva do trabalhador”. Segundo Boutinet (2002), a participação de outros atores nas decisões de concepção é também uma questão de valor, pois

o projeto partilhado exprime a seu modo um dado da era pós-industrial – a organização não mais vivida em sua dominante de antagonismos, mas, ao contrário, é a inclinação consensual que toma a frente através da procura de adesão a valores comuns a serem promovidos. A negociação, que até aqui se apresentava sob uma forma conflitual, com o projeto partilhado desemboca em uma forma que se pretenderia mais preocupada com o consenso. (p. 224)

Em suma, renovar a concepção significa também estabelecer compromissos com outros valores e, logo, é também papel do ergonomista mobilizá-los, visto que interesses e lógicas heterogêneas não se comunicam se não houver partilha de valores. Ao evidenciar a atividade, o ergonomista pode ajudar a “substituir o trabalho considerado como um custo, pelo trabalho analisado como um investimento na concepção da produtividade, e também de traduzir concretamente essa mudança nos instrumentos de gestão” (Duraffourg, 2013).

Ainda para Duraffourg (2013), é sem dúvida um “trabalho de muito fôlego, cujos resultados, evidentemente, não se manifestam por uma mudança radical e imediata, mas que é essencial, porque introduz no campo da concepção, da organização e da decisão, maneiras de pensar, questões e critérios que nunca antes tiveram lugar” (p. 49).

CAPÍTULO 13. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Apresentada a investigação, apontamos algumas considerações finais em relação ao papel da Ergonomia e dos ergonomistas nos processos de concepção, de como melhor adaptar os artefactos de trabalho a partir da atividade, e sobre a própria atividade de investigação. Ao longo dessas considerações descrevemos perspectivas para trabalhos futuros.

13.1. A Ergonomia, uma Ciência de Concepção

No Capítulo 3, citamos que a concepção, desde a criação das primeiras ferramentas, permitiu ao Homem transformar o meio. A ergonomia existia nessa época de uma forma primitiva, como um princípio existente na unidade concepção-utilização. Entretanto, com a rutura dessa unidade, especializaram-se os saberes dos envolvidos na concepção, modificaram-se os processos projetuais, e complexificaram-se os artefactos. Nessa evolução, os conhecimentos ergonómicos foram perdidos ou não acompanharam as novas tecnologias.

Mas em meados do século XX, a Ergonomia surgiu como uma ciência, nutrindo-se de diversas áreas do conhecimento. No Capítulo 4, citamos esse contexto e destacamos como surgiu a corrente dos Fatores Humanos, centrada em esforços militares, e a corrente da Ergonomia da Atividade, motivada pela busca de melhorias nas condições de trabalho. Mas independente do contexto ou do seu posicionamento epistemológico, a Ergonomia sempre teve a vontade de transformação, seja de condições de trabalho penosas ou de situações de uso insatisfatórias. Ao longo do seu desenvolvimento, os ergonomistas têm se dedicado a contribuir para a concepção de artefactos melhor adaptados, e atualmente, o direccionamento para a concepção é reconhecido como sendo uma das valências da Ergonomia.

Mas a concepção é um processo complexo que o ergonomista precisa compreender para influenciar. Assim, no Capítulo 6, definimos, conceptualizamos e apresentamos algumas teorias e métodos de concepção e ressaltamos o ponto de vista da Ergonomia sobre a concepção. Nele, citamos que esta é vista como uma prescrição da utilização, derivada de problemas mal definidos, constituída por processos não lineares, direccionada por restrições, determinada por dimensões temporais restritas e paradoxais, formada por um processo não finalizado e estabelecida por uma diversidade de atores.

Mas para além de compreender a conceção, os ergonomistas precisam desenvolver quadros teórico-metodológicos específicos que lhes permitam ser atores de seus processos. Disso, no Capítulo 7, apresentamos a Ergonomia de Conceção, um quadro que nos serviu de base para o desenvolvimento da investigação, no qual o ergonomista busca participar ativamente dos processos de conceção, como um portador de uma vontade de transformação.

Foi essa vontade de transformação que nos motivou em nossa etapa de campo, desenvolvida numa empresa produtora de pneus, conforme descrevemos no Capítulo 8.

Mas além dessa vontade transformadora, uma ação em Ergonomia de Conceção requer uma dupla construção. Na primeira delas, a construção técnica, o ergonomista contribui fornecendo critérios para a conceção a partir do ponto de vista do trabalho. Isso, por sua vez, perpassa a capacidade do ergonomista demonstrar a pertinência desses perante outros critérios e lidar com restrições técnicas, temporais e financeiras. Mas para além disso, a inserção do ergonomista nas equipas de engenharia, não se dá de forma espontânea ou trivial: ela requer uma construção social, em que o ergonomista vai buscar conhecer e interagir com outros atores, mas também influenciá-los.

Nos Capítulos 9, 10 e 11, descrevemos nossa trajetória metodológica e como buscamos estabelecer essa dupla construção. No Capítulo 9, citamos como negociamos as bases para o seu desenvolvimento e refletimos como o sucesso de uma ação em Ergonomia está diretamente associado à capacidade de articular os interesses e as lógicas do diferentes atores envolvidos. Defendemos a necessidade do ergonomista evidenciar os interesses das partes envolvidas, situados em diversas instâncias. Mas o ponto central de uma ação em Ergonomia de Conceção é mobilizar o ponto de vista do trabalho, e o ergonomista não deve se eximir de analisar os condicionantes que possam comprometer a saúde, a segurança dos trabalhadores e a eficácia dos sistemas produtivos. É preciso, portanto, que os interesses sejam atendidos e negociados, visando encontrar um denominador comum que possa nortear a ação ergonómica.

Para além disso, é ainda preciso refletir em quê e como a incorporação da Ergonomia e dos ergonomistas contribui para a própria conceção, ou seja, para a atividade de trabalho dos projetistas. Disso, o ergonomista deve desenvolver argumentos junto aos projetistas, ressaltando o contributo da Ergonomia para a própria atividade de conceção, visto que, muitas vezes, ela é

vista por esses como mais um elemento a ser tido em consideração nas tomadas de decisão, ou ainda como uma restrição ou inibição da inovação.

Essa questão perpassa o desenvolvimento de ferramentas que permitam aproximar os ergonomistas dos projetistas, para que eles sejam mais bem aceitos nas equipas de engenharia e o ponto de vista da atividade melhor compreendido.

No Capítulo 11, descrevemos como diversas restrições foram restringindo nossas possibilidades de participar da conceção e influenciar as decisões da equipa de engenharia e como a investigação de campo foi interrompida. De nossa experiência, entendemos que quanto mais atores que compartilhem uma vontade ergonómica o ergonomista conseguir mobilizar, maiores serão as suas chances de êxito.

Refletimos que o ergonomista deve ser capaz de demonstrar as singularidades da atividade, mas também de mobilizar o ponto de vista do trabalho perante os outros atores envolvidos. Caso contrário, há o risco que sua participação pareça irrelevante frente aqueles dos outros atores tradicionalmente pertinentes nos processos projetuais.

Mas defendemos também que a força da Ergonomia em influenciar na conceção reside também na capacidade de se inserir nos momentos iniciais, quando as restrições ainda são pequenas e as margens de manobra possíveis. Caso contrário, os requisitos e critérios ergonómicos terão poucas chances de serem tidos em consideração.

13.2. Conceber a partir da Atividade

Conforme citamos no Capítulo 5, a Ergonomia da Atividade estrutura-se a partir da diferenciação entre o trabalho prescrito e o trabalho real, e entende que tal diferença encontra-se fundamentada na presença inexorável da variabilidade. Ao evidenciar essa diferença, o ergonomista é capaz de demonstrar a diversidade das situações que os operadores vivenciam em seus quotidianos, questionar a noção de que os processos são estáveis *per se* e a ideia de que o trabalho é redutível a um cumprimento de normas. Mas a partir dessa diferenciação, é possível questionar ainda a qual trabalho o artefacto deve ser adaptado, ou ainda, concebido.

Na presente investigação, a ocorrência de situações de variabilidade e as estratégias dos operadores para fazer face à variabilidade e regular as situações revelaram-se como características centrais da atividade do trabalho. Uma análise dessas situações e estratégias estão descritas no

Capítulo 10, e nela mostramos a frequência de ocorrência dessas situações, o impacto delas na qualidade dos produtos e na produtividade do processo, assim como a importância das estratégias para alcançar os objetivos da produção.

Mesmo não tendo conseguido nos integrar a equipa de engenharia e influenciar em suas decisões, entendemos que os resultados de tal análise poderiam ter contribuído para gerar novos critérios e requisitos para a concepção. Assim, no Capítulo 12, defendemos que a atividade é, portanto, uma fonte de renovação para a concepção. Em nossa perspectiva, essa renovação baseia-se em utilizar as vivências do cotidiano do trabalho em situações de referência para gerar aquilo que denominamos como critérios ergonômicos emergentes ou critérios da atividade, assim como na validação dos critérios para cada situação singular. Mas ela também perpassa ampliar o espaço de desenvolvimento da atividade, assim como trazer o ponto de vista de que os saberes dos operadores são úteis para a concepção.

Essa renovação envolve o desenvolvimento de ferramentas metodológicas para identificar, registrar, ponderar e hierarquizar tais situações, de forma que elas possam ser utilizadas como ponto de partida para a geração dos requisitos e critérios ergonômicos para a concepção. Envolve também desenvolver a capacidade de utilizar os saberes da experiência na geração de tais critérios. Mas o ergonomista também precisa desenvolver ferramentas que o auxiliem a mensurar como tais critérios podem impactar nas condições de trabalho, mas também na produtividade dos processos e na qualidade dos produtos.

Além disso, acreditamos que apesar da Ergonomia possuir diversas ferramentas de análise das situações, ainda precisa se desenvolver de forma a ser mais influente na concepção, auxiliando na prescrição das bases técnicas da produção. Acreditamos que, apesar da participação do ergonomista envolver a geração de critérios para a concepção, ela não deve se resumir nessa etapa: o ergonomista deve também auxiliar na busca das soluções. Sem dúvida, esse é um importante papel ainda a ser explorado pelos ergonomistas, principalmente aqueles de formação em Engenharia.

13.3. O Prescrito e o Real de um Trabalho de Investigação

Ao partir do pressuposto da Ergonomia da Atividade de que o trabalho prescrito é sempre diferente do trabalho real, conforme apresentamos no Capítulo 5, não poderíamos deixar incólume pensar sobre como esse pressuposto expressa-se num trabalho de investigação. Por isso, trazemos uma

consideração final a respeito da própria atividade de trabalho do investigador. É importante também delimitar que tal consideração parte da nossa própria experiência enquanto investigadores-ergonomistas, envolvidos numa investigação baseada numa estratégia de investigação-ação.

Da reflexão sobre a diferença entre o prescrito e o real no nosso próprio trabalho, a primeira consequência foi termos optamos por apresentá-los separadamente. Por isso, no Capítulo 1 e no Capítulo 2 mantivemos explícitos os objetivos iniciais e o desenho da investigação conforme ambos foram inicialmente planeados, ou seja, o “quê” prescrevemos para o nosso próprio trabalho, mesmo alguns deles não terem sido, de facto, alcançados. Já nos Capítulos 9, 10 e 11, relatamos o “como”, ou o que, de facto, realizamos na investigação, mais especificamente na sua etapa de campo. Descrevemos a trajetória metodológica que foi sendo construída, desde a busca por uma empresa que recebesse a investigação, a definição do objeto de investigação, os contatos com os operadores e com a produção na situação de referência, a tentativa de contribuir para o projeto, até o momento no qual o estudo em campo foi interrompido. Apresentamos reflexões sobre a nossa capacidade de ação dentro da realidade específica na qual nos inserimos. Nosso intuito nessa separação era expor o trabalho real vivenciado na investigação.

Entretanto, o nosso insucesso em cumprir um dos objetivos centrais da investigação (a transformação de uma situação real de trabalho) representou para nós uma necessidade de desenvolver estratégias para lidar com as variabilidades que encontramos em campo, e cumprir, mesmo que parcialmente, os objetivos de nosso trabalho de investigação.

Apesar de ser comum que um investigador prescreva o seu próprio trabalho, visto que em muitos casos, a escolha dos temas de investigação são escolhas pessoais, há ainda uma série de outras prescrições que são dadas pela teoria, pelas metodologias e por aquilo que se entende que seja uma prática científica. Ou seja, se o trabalho de investigação é um trabalho como outro, está dessa forma, sujeito às normas, regras e leis específicas pertinentes, ou seja, à Ergonomia em seu sentido mais *lato*.

E obviamente, há variabilidades, há dificuldades vivenciadas no real das investigações, mesmo naquelas em que estão previstas a necessidade de mudanças, como é o caso das investigações de abordagem qualitativa. Ressaltamos a importância de refletir sobre aquilo que é possível e variável dentro de uma investigação, e sobre as estratégias que os investigadores encontram para

contornar o que não foi, ou não é possível de ser, prescrito. Assim como ocorre com outros trabalhos, a atividade de investigação não parece se submeter às prescrições: é complexa, circunstancial e singular.

Acreditamos que trazer à tona uma reflexão sobre as vicissitudes da atividade dos investigadores pode ser um grande contributo para a produção de conhecimentos sobre o trabalho de investigação. Nesse sentido, ninguém melhor do que os ergonómistas para abordar essa questão e propor reflexões sobre ela.

BIBLIOGRAFIA

- Abrahão, J. I., & Pinho, D. L. M. (1999). Teoria e prática ergonômica: seus limites e possibilidades. In M. G. T. Paz & A. Tamayo (Orgs.), *Escola, Saúde e Trabalho: estudos psicológicos* (pp. 229-240). Brasília, Brasil: Editora Universidade de Brasília.
- Abrahão, J. I., Silvino, A. M. D., & Sarmet, M. M. (2005). Ergonomia, cognição e trabalho informatizado. *Psicologia: teoria e pesquisa*, 21(2), 163-171. DOI: 10.1590/S0102-37722005000200006.
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. In W.S. Bainbridge (Ed.). *Berkshire Encyclopedia of human-computer interaction* (pp. 763-768). Great Barrington, MA: Berkshire Publishing Group LLC.
- Akita, M. (1991). Design and ergonomics. *Ergonomics*, 34(6), 815-824. DOI: 10.1080/00140139108967353.
- Almeida, R. G. (2011). A ergonomia sob a ótica anglo-saxônica e a ótica francesa. *Vértices*, 13(1), 115-126. Retirado de <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices>.
- Almeida, V. M. L. (2012). *Characterization of the factors involved in the tire production process*. (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Portugal). Retirado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/22677>.
- American Industrial Hygiene Association/Ergonomics Committee (2011). *AIHA Ergonomics Toolkit*. (não-publicado) Retirado de https://www.aiha.org/get-involved/VolunteerGroups/Documents/ERGOVG-Toolkit_rev2011.pdf.
- Arendt, H. (2001). *A condição humana*. Lisboa, Portugal: Relógio D'Água Editores.
- Areosa, J. (2012). *O lado obscuro dos acidentes de trabalho: um estudo de caso no setor ferroviário*. V. N. Famalicão, Portugal: Húmus.
- Bannon, L. J., & Bødker, S. (1991). Beyond the interface: encountering artifacts in use. In J. Carroll (Ed.). *Designing interaction: Psychology at the human-computer interface*. (pp. 227-253). Cambridge, England: Cambridge University Press.

- Béguin, P. (2003). Design as a mutual learning process between users and designers. *Interacting with Computers*, 15(5), 709-730. DOI: 10.1016/S0953-5438(03)00060-2.
- Béguin, P. (2007a). In search of a unit of analysis for designing instruments. *Artifact*, 1(1), 12-16. DOI: 10.1080/17493460600610830.
- Béguin, P. (2007b). O ergonomista, ator da concepção. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomia* (pp. 317-330). São Paulo, Brasil: Editora Blucher.
- Béguin, P. (2007c). Taking activity into account during the design process. *Activités*, 4(2), 115-121. Retirado de <http://activites.revues.org/>.
- Béguin, P., & Duarte, F. (2008). A inovação: entre o trabalho dos projectistas e o trabalho dos operadores. *Laboreal*, 4(2), 10-14. Retirado de <http://laboreal.up.pt/>.
- Bloomberg. (2017). *Tire manufacturing as Continental AG focuses on profit amid growth outside car parts*. Retirado de <http://www.gettyimages.pt/license/451890570>.
- Bouffleur, R. (2006). *A questão da gambiarra: formas alternativas de desenvolver artefactos e suas relações com o design de produtos*. (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Brasil). Retirado de <http://www.teses.usp.br/teses>.
- Boutinet, J-P. (2002). *Antropologia do projeto*. (5ª ed.). Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Broberg, O. (2007). Integrating Ergonomics into engineering: empirical evidence and implications for the ergonomists. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 17(4), 353-366. DOI: 10.1002/hfm.20081.
- Broberg, O. (2008). Quando o projeto participativo de espaços de trabalho se encontra com o projeto de engenharia em eventos de colaboração mútua. *Laboreal*, 4(2), 47-58. Retirado de <http://laboreal.up.pt/>.
- Broberg, O., & Hermund, I. (2004). The OHS consultant as a 'political reflective navigator' in technological change processes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33(4), 315-326. DOI: 10.1016/j.ergon.2003.10.005.
- Bryman, A. (2012). *Social research methods*. (4ª Ed.). Oxford, NY: Oxford University Press.
- Bucciarelli, L. (1994). *Designing Engineers*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Burns, C. M., & Vicente, K. J. (2000). A participant-observer study of ergonomics in engineering design: how constraints drive design process. *Applied Ergonomics*, *31*(1), 73-82. DOI: 10.1016/S0003-6870(99)00017-4.
- Burns, C. M., Vicente, K. J., Christoffersen, K., & Pawlak, W. S. (1997). Towards viable, useful and usable human factors design guidance. *Applied Ergonomics*, *28*(5-6), 311-322. DOI: 10.1016/S0003-6870(97)00012-4.
- Caetano, M. J. L. (2014). *O que é um pneu*. Retirado de http://ctborracha.com/?page_id=8919.
- Carvalho, J. P. C. (2015). *Análise de tempos e métodos e implementação de ferramentas lean num sistema produtivo*. (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Portugal). Retirado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/39446>.
- China Good Quality Steel Cord. (2015). *Tyre steel cord*. Retirado de <http://www.tyresteelcord.com/supplier-92282-tyre-steel-cord>.
- Conceição, C. S. da (2011). *Do uso para o projeto: a transferência de experiência operacional para a concepção de espaço de trabalho em plataformas offshore*. (Tese de Doutoramento, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil). Retirado de <http://minerva.ufrj.br/F?RN=21901346>.
- Costa, J. A., & Sampaio, A. (1999). Dicionário da Língua Portuguesa. 8ª edição revista e actualizada. Porto, Portugal: Porto Editora.
- Coulon, A. (1995). *Etnometodologia e educação*. Petrópolis, Brasil: Vozes.
- Creswell, J.W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: choosing among five approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Cross, N. (1990). *Engineering design methods*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Cross, N. (2001). Designerly ways of knowing: design discipline versus design science. *Design Issues*, *17*(3), 49-55. DOI: 10.1162/074793601750357196.
- Cunha, L. (2011). *Mobilidades, territórios e serviço público: debates sobre o interesse colectivo à margem do paradigma de uma sociedade móvel*. (Tese de Doutoramento, Universidade do Porto, Portugal). Retirado de <http://hdl.handle.net/10216/73321>.

- Curie, J. (2004). Condições da pesquisa científica em ergonomia. In F. Daniellou (Ed.), *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos* (pp. 19-28). São Paulo, Brasil: Edgar Blücher.
- Daniellou, F. (1986). *L'opérateur, la vanne, l'écran: l'ergonomie des salles de contrôle*. Montrouge, France: ANACT – Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail.
- Daniellou, F. (2004). Questões epistemológicas levantadas pela ergonomia de projeto. In F. Daniellou (Ed.), *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos* (pp. 181-198). São Paulo, Brasil: Edgar Blücher.
- Daniellou, F. (2005). The French-speaking ergonomists' approach to work activity: cross-influences of field interventions and conceptual models. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6(5), 409-427. DOI: 10.1080/14639220500078252.
- Daniellou, F. (2006). Entre a experimentação regulada e a experimentação vivida: as dimensões subjectivas da actividade do ergónomo em intervenção. *Laboreal*, 2(1), 64-72. Retirado de <http://laboreal.up.pt/>.
- Daniellou, F. (2007). A ergonomia na condução de projetos de conceção de sistemas de trabalho. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomia* (pp. 303-315). São Paulo, Brasil: Editora Blucher.
- Daniellou, F., & Béguin, P. (2007). Metodologia da ação ergonômica: abordagens do trabalho real. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomia* (pp. 281-301). São Paulo, Brasil: Editora Blucher.
- Daniellou, F., & Garrigou, A. (1992). Human factors in design: sociotechnics or ergonomics? In M. Helander & M. Nagamachi (Eds.), *Design for manufacturability: a systems approach to concurrent engineering and ergonomics* (pp. 55-63). London, United Kingdom: Taylor & Francis.
- De Jong, A. M., & Vink, P. (2002). Participatory ergonomics applied in installation work. *Applied Ergonomics*, 33(5), 439-448. DOI: 10.1016/S0003-6870(02)00033-9.
- De Keyser, V. (1992). Why field studies? In M. Helander & M. Nagamachi (Eds.), *Design for manufacturability: a systems approach to concurrent engineering and ergonomics* (pp. 305-316). London, United Kingdom: Taylor & Francis.

- Dekker, S., & Nyce, J. (2004). How can ergonomics influence design? Moving from research findings to future systems. *Ergonomics*, 47(15), 1624-1639. DOI: 10.1080/00140130412331290853.
- Dejours, C. (1991). *A loucura do trabalho: estudo de psicopatologia do trabalho*. São Paulo, Brasil: Oboré.
- Dejours, C. (1993). Coopération et construction de l'identité en situation de travail. *Futur Antérieur*, 16(2), s.p.. Retirado de <http://www.multitudes.net/>.
- Dejours, C. (2004). Epistemologia concreta e ergonomia. In F. Daniellou (Ed.), *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos* (pp. 199-216). São Paulo, Brasil: Edgar Blücher.
- Dejours, C. (2005). *O fator humano*. Rio de Janeiro, Brasil: FGV.
- Desmet, P., & Hekkert, P. (2007). Framework of Product Experience. *International Journal of Design*, 1(1), 57-66. Retirado de <http://studiolab.ide.tudelft.nl/diopd/wp-content/uploads/2012/02/frameworkproductex.pdf>.
- Diamond, J. (1999). *Guns, germs and steel: the fates of human societies*. New York, NY: W. W. Norton & Company.
- Dicionário Priberam Online (2016). Retirado de <https://www.priberam.pt/>.
- Diniz, E. P. C., Assunção, A. A., & Lima, F. P. A. (2005). Prevenção de acidentes: o reconhecimento das estratégias operatórias dos motociclistas profissionais como base para a negociação de acordo coletivo. *Ciência & Saúde Coletiva*, 10(4), 905-916. DOI: 10.1590/S1413-81232005000400014.
- DIYSite.com. (2017). *Rubber skimmed tire cord fabric*. Retirado de http://www.diytrade.com/china/pd/10957522/rubber_skimmed_tire_cord_fabric.html
- Dolbec, A. (2003). A investigação-ação. In B. Gauthier (Dir.), *Investigação social: da problemática à colheita de dados* (pp. 483-512). Loures, Portugal: Lusociência.

- Dorst, K., & Dijkhuis, J. (1996). Comparing paradigms for describing design activity. In N. Cross, H. Christiaans & K. Dorst (Eds.), *Analysing Design Activity* (pp. 253-270). West Sussex, England: John Wiley & Sons.
- Duarte, F. (2002a). Complementaridade entre ergonomia e engenharia em projetos industriais. In F. Duarte (Ed.), *Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo* (pp. 11-21). Rio de Janeiro, Brasil: Lucerna.
- Duarte, F. (2002b). Prefácio. In F. Duarte (Ed.), *Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo* (pp. 1-10). Rio de Janeiro, Brasil: Lucerna.
- Duarte, F., Conceição, C., Cordeiro, C., & Lima, F. (2008). A integração das necessidades de usuários e projetistas como fonte de inovação para o projeto. *Laboreal*, 4(2), 62-74. Retirado de <http://laboreal.up.pt/>.
- Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W. S., Wilson, J. R., & der Doelen, B.V. (2012). A strategy for human factors/ergonomics: developing the discipline and profession. *Ergonomics*, 55(4), 377-395. DOI:10.1080/00140139.2012.661087.
- Dul, J., & Weerdmeester, B. (1993). *Ergonomics for beginners: a quick reference guide*. London, UK: Taylor & Francis.
- Duraffourg, J. (2013). Um robô, o trabalho e os queijos: algumas reflexões sobre o ponto de vista do trabalho. *Trabalho & Educação*, 22(2), 37-50. Retirado de <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/trabedu/article/view/1596/1200>.
- Echternacht, E. (2004). Alguns elementos para a reflexão sobre as relações entre saúde e trabalho no Brasil. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 2(2), 85-89. Retirado de <http://www.anamt.org.br/site/>.
- Echternacht, E. (2008). Atividade humana e gestão da saúde no trabalho: elementos para a reflexão a partir da abordagem ergológica. *Laboreal* 4(1), 46-55. Retirado de <http://laboreal.up.pt/>.
- ExportPages. (2017). *Calenders - KraussMaffei Berstorff GmbH*. Retirado de <https://kraussmaffei.exportpages.com/productdetail/1083857000-1.htm>.

- Falzon, P. (2007). Natureza, objetivos e conhecimentos da ergonomia. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomia* (pp. 3-19). São Paulo, Brasil: Editora Blucher.
- Ferreira, L. L. (1987). Apresentação. In A. Wisner, *Por dentro do trabalho: ergonomia: método & técnica* (pp. 3-5). São Paulo, Brasil: Oboré.
- Fleury, M. T. L., & Fleury, A. (2001). Construindo o conceito de competência. *Revista de Administração Contemporânea*, 5(spe), 183-196. DOI: 10.1590/S1415-65552001000500010
- Flusser, V. (2010). *Uma filosofia do design: a forma das coisas*. Lisboa, Portugal: Relógio D'Água Editores.
- Folcher, V., & Rabardel, P. (2007). Homens, artefactos, atividades: perspectiva instrumental. In P. Falzon (Ed.), *Ergonomia* (pp. 207-222). São Paulo, Brasil: Editora Blucher.
- French, M. J. (1985). *Conceptual design for engineers*. London, UK: Springer-Verlag.
- Fujita, Y. (2006). Systems are ever-changing. In E. Hollnagel, D.D. Woods & N. Leveson (Eds.), *Resilience Engineering: concepts and precepts* (pp. 19). England, United Kingdom: Ashgate Publishing Limited.
- Garrigou, A., Daniellou, F., Carballeda, G., & Ruaud, S. (1995). Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(5), 311-327. DOI: 10.1016/0169-8141(94)00079-I.
- Garrigou, A., Thibault, J., Jackson, M., & Mascia, F. (2001). Contributions et démarche de l'ergonomie dans les processus de conception. *Pistes*, 3(2), 1-18. DOI:10.4000/pistes.3725.
- Gondim, S. M. G. (2003). Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 12(24), 149-161. DOI: 10.1590/S0103-863X2002000300004.
- Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2001). *Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia*. São Paulo, Brasil: Edgard Blücher.

- Guimarães, L. B. M. (2006). Introdução à 4ª fase da Ergonomia: Macroergonomia. In L. B. M. Guimarães (Ed.), *Ergonomia de processo* (pp. 1-11). Porto Alegre, Brasil: FEENG/UFRGS.
- Grandjean, E. (1998). *Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem*. Porto Alegre, Brasil: Artes Médicas.
- G. T. Trading Co. Ltd. (2017). *Tyre cord fabrics, reinforcement materials & coated fabrics*. Retirado de <http://gtrel.com/home/tyre-cord-fabrics-reinforcement-materials/>.
- Haims, M. C., & Carayon, P. (1998). Theory and practice for the implementation of 'in-house' continuous improvement participatory ergonomic programs. *Applied Ergonomics*, 29(6), 461-472. DOI: 10.1016/S0003-6870(98)00012-X.
- Haslegrave, C. M., & Holmes, K. (1994). Integrating ergonomic and engineering in the technical design process. *Applied Ergonomics*, 25(4), 211-220. DOI: 10.1016/0003-6870(94)90002-7.
- Helander, M. (1997). *A guide to human factors and ergonomics* (2ª ed.). Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Hekkert, P., & Schifferstein, H. N. J. (2009). Introducing product experience. In H. N. J. Schifferstein, & P. Hekkert (Eds.), *Product experience* (pp. 1-8). Amsterdam, NL: Elsevier Ltd.
- Hendrick, H. W. (2003). Determining the cost-benefits of ergonomics projects and factors that lead to their success. *Applied Ergonomics*, 34(5), 419-427. DOI: 10.1016/S0003-6870(03)00062-0.
- Hendrick, H. W., & Kleiner, B. M. (2001). *Macroergonomics: an introduction to work systems design*. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society.
- Houaiss, A. (2011). *Dicionário do português atual*. 1ª ed. Círculo de Leitores.
- Hubault, F. (2004). Do que a ergonomia pode fazer a análise. In F. Daniellou (Ed.), *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos* (pp. 105-140). São Paulo, Brasil: Edgar Blücher.
- Iida, I. (2005). *Ergonomia: projeto e produção*. (2ª ed.). São Paulo, Brasil: Editora Edgar Blücher.

- Industry Europe. (2017). *Energy efficient tyre technology*. Retirado de <http://www.industryeurope.net/feature/8807/energy-efficient-tyre-technology/>.
- Internal Mixers. (2016). *Rubber Calender Machine*. Retirado de <http://www.internalmixers.com/supplier-74750-rubber-calender-machine>.
- Jackson, M. (1999). A participação dos ergonomistas nos projetos organizacionais. *Produção*, 9(esp), 61-70. DOI: 10.1590/S0103-65131999000400004.
- Jakovljević, Ž., & Petrović, P.B. (2009). A new approach to rubberized cord surface structure identification based on high-resolution laser scanning and multiresolution signal processing. *FME Transactions*, 37(1), 19-26. Retirado de http://www.mas.bg.ac.rs/_media/istrazivanje/fme/vol37/1/03_zjakovljevic.pdf.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory action research. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research*. (3rd Ed.), (pp. 559-603). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- KraussMaffei Berstorff. (2017). *Slash Calender*. Retirado de <http://www.kraussmaffeiberstorff.com/en/slash-calender.html>.
- Lacomblez, M., & Vasconcelos, R. (2009). Análise ergonómica da actividade, formação e transformação do trabalho: opções para um desenvolvimento durável. *Laboreal*, 5(1). 53-60. Retirado de <http://laboreal.up.pt/>.
- Laville, A. (1977). *Ergonomia*. São Paulo, Brasil: EPU – Editora da Universidade de São Paulo.
- Le Boterf, G. (2006). Avaliar a competência de um profissional: três dimensões a explorar. *Revista Pessoal*, junho2006, 60-63. Retirado de <http://www.guyleboterf-conseil.com/Article%20evaluation%20version%20directe%20Pessoal.pdf>.
- Leplat, J., & Cuny, X. (1983). *Introdução à psicologia do trabalho*. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lima, C. M. P., Zambroni-de-Souza, P.C., & Araújo, A. J. S. (2015). A gestão do trabalho e os desafios da competência: uma contribuição de Philippe Zarifian. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 35(4), 1223-1238. DOI: 10.1590/1982-3703001972013.

- Machado, G. E., Araújo, A. J. S., Zambroni-de-Souza, P. C., & Athayde, M. R. C. (2010). Coletivos de trabalho, inserção e formação: o caso dos juizes do trabalho. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 30(4), 698-711. DOI: 10.1590/S1414-98932010000400003.
- Malhotra, N. K. (2002). *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada* (3ª ed.). Porto Alegre, Brasil: Bookman.
- Martin, C. (2000). *Maîtrise d'ouvrage maîtrise d'oeuvre construire un vrai dialogue: la contribution de l'ergonomie à la conduite de projet architectural*. Toulouse, France: Octarès Éditions.
- Martins, L. G. F. (2007). *A etimologia da palavra desenho (e design) na sua língua de origem e em quatro de seus provincianismos: desenho como forma de pensamento e de conhecimento*, III Forum de Pesquisa FAU.Mackenzie, São Paulo, Brasil. Retirado de <http://www.mackenzie.br/foruns.html>.
- Masino, G. (2011). La technologie comme rationalité technique. In B. Maggi (Ed.), *Interpreter l'agir: un défi théorique* (pp. 183-201). Paris, France: Presses Universitaires de France. DOI: 10.3917/puf.maggi.2011.01.0183.
- Maxxis International UK Ltd. (2016). Retirado de <http://www.maxxis.co.uk/technology/how-tyres-are-made/belt-and-ply>.
- Mello, C. H. P., Turrioni, J. B., Xavier, A. F., & Campos, D. F. (2012). Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. *Produção*, 22(1), 1-13. DOI: 10.1590/S0103-65132011005000056.
- Menegon, N. L. (1999). *Projeto do trabalho e projeto de engenharia: uma aproximação entre teoria do design e ergonomia*, ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro: ABEPRO, cd-rom.
- Menin, M., da Silva, J. C. P., Silva, D. C., & Paschoarelli, L. (2014). Aplicação de métodos ergonômicos na avaliação de ferramentas produzidas e utilizadas por homens na pré-história. *Ação Ergonômica*, 9(1), 79-86. Retirado de <http://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae>.
- Montmollin, M. (1990). *A Ergonomia*. Lisboa, Portugal: Instituto Piaget.

- Montmollin, M. (2005). Ergonomias. In J. J. Castillo & J. Villena (Org.), *Ergonomia: conceitos e métodos* (pp. 103-111). Lisboa, Portugal: Dinalivro.
- Montmollin, M. (2007). *Vocabulaire d'Ergonomie*. (2^a ed.). Toulouse, France: Éditions Octarès.
- Moraes, A. S. P., Arezes, P., & Vasconcelos, R. (2013). A comparison between two participatory approaches in a manufacturing company. In P. Arezes, J. S. Baptista, M. P. Barroso, P. Carneiro, P. Cordeiro, N. Costa, R. B. Melo, A. S. Miguel, G. Perestrelo (Eds.), *Occupational Safety and Hygiene* (pp. 361-365). London, UK: Taylor & Francis. DOI: 10.1201/b14391-75.
- Moraes, A. S. P., Echternacht, E. H. O., & Arezes, P. (2010). *Tipologias de classificação da ergonomia: levantamento bibliográfico e mapeamento conceptual*, SH02010 – International Symposium on Occupational Safety and Hygiene, Guimarães, Portugal: SPOSHO, v.1., p. 364-368.
- Munipov, V. M. (1991). Human Engineering Analysis of the Chernobyl Accident. In M. Kumashiro, & E. D. Megaw (Eds.), *Towards human work: solutions to problems in occupational health and safety* (pp. 380-386). London, UK: Taylor & Francis.
- Nagamachi, M. (1995). Requisites and practices of participatory ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15(5), 371-377. DOI: 10.1016/0169-8141(94)00082-E.
- Nocêra, R. J. (2009). *Gerenciamento de projetos: teoria e prática: de acordo com a 4^a Edição do PMBoK do PMI*. Santo André, Brasil: Rosaldo de Jesus Nocêra.
- Norman, D. (2002). *The design of everyday things*. New York, NY: Basic Books.
- Noro, K. (1991) Concepts, methods and people. In K. Noro, & A. S. Imada (Eds.), *Participatory ergonomics* (pp. 3-29). London, UK: Taylor & Francis.
- Noro, K., & Imada, A. S. (1991). *Participatory ergonomics*. London, UK: Taylor & Francis.
- Pahl, G., & Beitz, W. (2001). *Engineering design: a systematic approach* (2nd ed.). London, UK: Springer.
- Petit, J. (2008). A intervenção ergonómica como dinâmica de aprendizagem: estudo de caso. *Laboreal*, 4(2), 37-46. Retirado de <http://laboreal.up.pt/>.

- Pinheiro, G. M., Silva, A., & Oliveira, G. N. (2010). *A utilização de estratégias operatórias como resposta à demanda da tarefa de descarregamento de bobinas de fio: estudo de caso numa indústria têxtil*. ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, Brasil. Rio de Janeiro: ABEPRO.
- Pinho, D. L. M., Abrahão, J. I., & Ferreira, M. C. (2003). As estratégias operatórias e a gestão da informação no trabalho de enfermagem, no contexto hospitalar. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 11(2), 168-176. DOI: 10.1590/S0104-11692003000200005.
- Pizo, C. A., & Menegon, N. L. (2010). Análise ergonômica do trabalho e o reconhecimento científico do conhecimento gerado. *Produção*, 20(4), 657-668. DOI: 10.1590/S0103-65132010005000058.
- Pomian, J. L., Pradère, T., & Gaillard, I. (1997). *Ingénierie & Ergonomie: éléments d'ergonomie à l'usage des projets industriels*. Toulouse, France: Cépaduès-Éditions.
- Providência, B. (2012). *Metodologia de personalização de productos baseada em design centrado no utilizador*. (Tese de Doutoramento, Universitat de Girona, Espanha). Retirado de <http://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/7064/tbp.pdf?sequence=1>.
- Pugh, S. (1994). *Total Design: integrated methods for successful product engineering*. Wokingham, UK: Addison-Wesley.
- Rabardel, P., Carlin, N., Chesnais, M., Lang, N., Le Joliff, G., & Pascal, M. (1998). *Ergonomie: concepts et methods*. Toulouse, France: Octarès Éditions.
- Rabelo, L. D. B. C., de Barros, V. A., & Cunha, D. M. (2014). Uma viagem de trem: a atividade de trabalho dos inspetores ferroviários em diálogo com a ergologia. *Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia*, 7(2), 233-246. Retirado de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-82202014000200011&lng=pt&tlng=pt.
- Ramos, S., Gonçalves, I., Simões, H., & Rebelo, F. (2010). O contributo do design ergonómico na interação com dispositivos de controlo: um caso de reconcepção de um posto de trabalho. *Laboreal*, 6(1), 17-28. Retirado de <http://laboreal.up.pt/>.

- Reason, P., & Bradbury, H. (2001a). Inquiry and participation in search of a world worthy of human aspiration. In P. Reason and H. Bradbury (Eds.), *Handbook of action research* (pp. 1-14). London. UK: Sage Publications Ltd.
- Reason, P., & Bradbury, H. (2001b). Preface. In P. Reason and H. Bradbury (Eds.), *Handbook of action research* (pp.xxiii-xxxi). London, UK: Sage Publications Ltd.
- Revista EXAME (2013). *As 500 maiores e melhores*. Retirado de <http://www.listagem.pt/melhores>.
- Rimpex Rubber. (2002). *Rubber Machinery*. Retirado de <http://www.rubberimpex.com/RubberMachinery/GXRM03.htm>.
- Rodrigues, D. L. D. I. (2010). *A autoconfrontação simples e a instrução ao sócia: entre diferenças e semelhanças*. (Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil). Retirado de <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/13481>.
- Romeiro Filho, E. (2006). *Projeto do Produto*. Apostila do Curso de Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. (não publicado).
- Romeiro Filho, E. (2010). Introdução. In E. Romeiro Filho (Coord.), *Projeto do produto*, (pp. 1-13). Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier-Campus.
- Roy, O. (1992). *The factory of the future: socio-technical investment management*. Dublin, Ireland: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.
- Salerno, M. S. (1991). *Flexibilidade, organização e trabalho operatório: elementos para análise da produção na indústria*. (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil). Retirado de <http://www.teses.usp.br/teses>.
- Sanders, M. K., & McCormick, E. J. (1993). *Human factors in engineering and design* (7th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Santos-Lima, S. L. (2009). *Estratégias operatórias em navegabilidade*. (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil). Retirado de <https://repositorio.ufsc.br/>.
- Santos, R. M. (2014). *Gestão do ciclo de projeto*. Lisboa, Portugal: INA Editora.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2003). *Research methods for business students*. 3rd Edition. Harlow, England: Prentice Hall Financial Times.

- Schön, D. A. (1985). *The design studio: an exploration of its traditions & potential*. London, England: RIBA Publications for RIBA Building Industry Trust.
- Schön, D. A. (1998). *El profesional reflexivo: cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona, España: Paidós.
- Schwartz, Y. (1998). Os ingredientes da competência: um exercício necessário para uma questão insolúvel. *Educação & Sociedade*, 19(65), 101-140. DOI: 10.1590/S0101-73301998000400004.
- Schwartz, Y., & Durrive, L. (2007). *Trabalho & Ergologia: conversas sobre a atividade humana*. Niterói, Brasil: Eduff.
- Shiple, P. (1992). Participation ideology and methodology in ergonomics practice. In J. R. Wilson & E. N. Corlett (Eds.), *Evaluation of Human Work: a practical ergonomics methodology* (pp. 819-834). London, UK: Taylor & Francis.
- Silva, A. F. (2007). *Manual do Formando "Conceção de formação em contexto real de trabalho com recurso a ferramentas avançadas"*. Lisboa, Portugal: Delta Consultores e Perfil. Retirado de https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/50703/mod_resource/content/0/MN_FCT_Mo d-C1.pdf.
- Simon, H. A. (1981). *As ciências do artificial*. Lisboa, Portugal: Almedina.
- Simon, H. A. (1998). *The sciences of the artificial*. (3rd Ed.). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Social Knowledge. (2017). Retirado de <http://www.irv2.com/forums/f258/michelin-tires-246459-7.html>.
- Sørensen, L. B., & Broberg, O. (2012). Integrating ergonomics in design processes: a case study within an engineering consultancy firm. *Work* 41(Supplement 1), 949-955. DOI: 10.3233/WOR-2012-0268-949.
- Stewart, D. W., & Shamdasani, P. N. (1991). *Focus groups: theory and practice*. Newbury Park, California: Sage Publications.
- Suh, H. P. (1990). *The principles of design*. Oxford, NY: Oxford University Press.

- Sun, H., Yan, R., & Wai-Keung, N. (2003). The implementation and evaluation of total productive maintenance (TPM): an action case study in a Hong Kong manufacturing company. *International Journal of Manufacturing Technology*, 22(3), 224-228. DOI:10.1007/s00170-002-1463-3.
- Sutton, R. I., & Staw, B. M. (1995). What theory is not. *Administrative Science Quarterly*, 40(3), 371-384. Retirado de <http://links.jstor.org/sici?sici=0001-8392%28199509%2940%3A3%3C371%3AWTIN%3E2.0.CO%3B2-F>.
- Sznelwar, L. (2001). Prefácio. In Guérin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. *Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia*. São Paulo, Brasil: Edgard Blücher.
- Telles, A. L. C. (1995). *A ergonomia na concepção e implantação de sistemas digitais de controle distribuído: algumas considerações a partir de um estudo de caso na fábrica carioca de catalisadores*. (Dissertação de Mestrado, COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil).
- Tire Technology International (2017). Retirado de <http://www.tiretechnologyinternational.com/news.php?newsid=46116>.
- Trierweiler, A. C., Azevedo, B. M., Pereira, V. L. D. V., Cruz, R. M., Gontijo, L. A., & Santos-Júnior, R. L. F. (2008). A estratégia operatória utilizada pelos trabalhadores e o hiato existente entre o trabalho prescrito e o trabalho real. *Revista Gestão Industrial*, 4(1), 101-115. Retirado de <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi>.
- Trotter, M. J., Salmon, P. M., & Lenné, M. G. (2013). Improvisation: theory, measures and known influencing factors. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 14(5), 475-498. DOI: 10.1080/1463922X.2012.656153.
- Turrioni, J. B., & Mello, C. H. P. (2012). *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas*. Apostila do Curso de Especialização em Qualidade & Produtividade, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI (não publicado).

- Vasconcelos, R. (2008). *O papel do psicólogo do trabalho e a tripolaridade dinâmica dos processos de transformação: contributo para a promoção da segurança e saúde no trabalho*. (Tese de Doutoramento, Universidade do Porto, Portugal). Retirado de <http://hdl.handle.net/10216/9354>.
- Vasconcelos, R., Duarte, S., & Moreira, V. (2010). *Projecto Matriosca: análise do trabalho, formação e acção participativa para a prevenção de acidentes*. International Symposium on Occupational Safety and Hygiene – SHO 2010, Guimarães, Portugal: SPOSHO. pp. 542-546
- Vassão, C. A. (2010). *Metadesign: ferramentas, estratégias e ética para a complexidade*. São Paulo, Brasil: Blucher.
- Vegara, J. M. (1974). *A organização científica do trabalho*. Lisboa, Portugal: Editorial Estampa.
- Vicente, K. (2005). *Homens e máquinas: como a tecnologia pode revolucionar a vida cotidiana*. Rio de Janeiro, Brasil: Ediouro.
- Vidal, M. C. (2000). *Introdução à ergonomia*. Apostila do Curso de Especialização em Ergonomia Contemporânea, Programa de Pós-graduação Fundação COPPETEC (não publicado). Retirado de <http://www.ergonomia.ufpr.br/Introducao%20a%20Ergonomia%20Vidal%20CESERG.pdf>.
- Vidal, M. C. (2003). *Guia para análise ergonômica do trabalho na empresa: uma metodologia realista, ordenada e sistemática*. Rio de Janeiro, Brasil: Virtual Científica.
- Wilson, J. (1995). Ergonomics and participation. In J. R. Wilson & E. N. Corlett (Eds.) *Evaluation of Human Work: a practical ergonomics methodology. 2nd ed.*, (pp. 1071-1096). London, UK: Taylor & Francis.
- Wilson, J., & Corlett, N. (1992). Preface. In J. R. Wilson & E. N. Corlett (Eds.), *Evaluation of Human Work: a practical ergonomics methodology* (pp. ix-xi). London, UK: Taylor & Francis.
- Wisner, A. (1987). *Por dentro do trabalho: ergonomia: método & técnica*. São Paulo, Brasil: Oboré.
- Wisner, A. (1994). *A inteligência no trabalho: textos seleccionados de ergonomia*. São Paulo, Brasil: Fundacentro.

- Wisner, A. (1995). The Etienne Grandjean Memorial Lecture Situated cognition and action: implications for ergonomic work analysis and anthropotechnology. *Ergonomics*, 38(8), 1542-1557. DOI: 10.1080/00140139508925209.
- Wisner, A. (1996). *Anthropotechnologie: vers un monde industriel pluricentrique*. Toulouse, France: Octarès Éditions.
- Wisner, A. (2004). Questões epistemológicas em ergonomia e em análise do trabalho. In F. Daniellou (Ed.), *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos* (pp. 29-55). São Paulo, Brasil: Edgar Blücher.
- Wulff, I. A., Westgaard, R. H, & Rasmussen, B. (1999a). Ergonomic criteria in large-scale engineering design – I. Management by documentation only? Formal organization vs. designers' perceptions. *Applied Ergonomics*, 30(3), 191-205. DOI: 10.1016/S0003-6870(98)00029-5
- Wulff, I. A., Westgaard, R. H, & Rasmussen, B. (1999b). Ergonomic criteria in large-scale engineering design – II. Evaluating and applying requirements in the real world of design. *Applied Ergonomics*, 30(3), 207-221. DOI: 10.1016/S0003-6870(98)00030-1.
- Yamashina, H. (1995). Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance. *Journal of Quality in Maintenance*, 1(1), 27-38. DOI: 10.1108/13552519510083129.
- Zarifian, P. (2004). *Le modèle de la compétence: trajectoire historique, enjeux actuels et propositions*. Rueil-Malmaison, France: Éditions Liaisons.

Página deixada propositadamente em branco.

ANEXOS

Página deixada propositadamente em branco.

Anexo 1 – Produtos fabricados na calandragem	345
Anexo 2 – Instrução de Trabalho – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos	347
Anexo 3 – Especificação – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos	353
Anexo 4 – Diagrama de Fluxo – Calandragem de Tecido Metálico	361
Anexo 5 – Diagrama de Fluxo – Calandragem de Tecido Têxtil	363
Anexo 6 – Método de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico	367
Anexo 7 – Método de Trabalho – Preparação da sala do <i>creel</i> – Sala de cima	375
Anexo 8 – Método de Trabalho – Preparação da sala do <i>creel</i> – Sala de baixo	377
Anexo 9 – Localização da calandra de 4 rolos na unidade	381
Anexo 10 – Borda de borracha	383
Anexo 11 – <i>Check-list</i> de tarefas da equipa de limpeza	385
Anexo 12 – Acordo de Cooperação apresentado à Empresa	389
Anexo 13 – Situações de variabilidade observadas	393
Anexo 14 – Estratégias operatórias observadas.....	423
Anexo 15 – Lado da entrada da tira de composto no banco	437
Anexo 16 – Desenhos da nova calandra de 4 rolos	439

Página deixada propositadamente em branco.

Anexo 1

Produtos fabricados na calandragem

PRODUTO	ESTILO	TECIDO/CORDA	COMPOSTO DE BORRACHA	ESPESSURA (MM)
MPS04	Metálico	Corda MP (2 fios) Bobine de 32600m	B460	0,90
MPS05	Metálico	Corda MP (2 fios) Bobine de 16300m	B460	0,90
MHF014	Metálico	Corda MHF (4 fios) Bobine de 7000m	B460	1,30
N1204	Têxtil	Nylon NCA60T	B163	0,55
N0430	Têxtil	Nylon NCH00W	B163	0,75
R1564	Têxtil	Rayon HB13T	B458	1,10
R3002	Têxtil	Rayon RBA02D	B458	1,28
P1319	Têxtil	Poliéster PBB09P	B458	1,10
P1365	Têxtil	Poliéster PBB13J	B458	1,00
P1370	Têxtil	Poliéster PDB08D	B458	1,35
P1377	Têxtil	Poliéster PBB03F	B458	1,00

Anexo 2

Instrução de Trabalho – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direcção:	DQ	Telefone:	
Tipo de documento:	Instrução de Trabalho	Revisão:	[002]
Data:	[07.08.2006]	Referência:	Q-251023
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico			

1. OBJECTIVO

Controlar o tecido têxtil e metálico no processo de calandragem na calandra Berstorff.

2. ÂMBITO

Aplica-se aos parâmetros e características, referidos no respectivo Plano de Controlo.

3. RESPONSABILIDADES

De acordo com o Q-25P035.

4. EQUIPAMENTO

- escala graduada com resolução de 1 mm
- micrometro com resolução de 0.01 mm
- equipamento de corte com feira com 1 dm²
- tesoura
- termohigrógrafa
- balança digital com resolução de 0.01g
- sovela
- caneta prateada
- régua ou fita métrica com resoluções 0.5 e 1 mm, respectivamente

5. LOCALIZAÇÃO

Calandra Berstorff.

6. FREQUÊNCIA

Conforme o indicado no Plano de Controlo do Processo.

7. VARIÁVEIS OU PARÂMETROS

7.1. CONTROLO DOS COMPOSTOS DE ALIMENTAÇÃO

- Identificação dos compostos;
- Tempo de repouso e envelhecimento dos compostos;

7.2. CONTROLO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO "CREEL ROOM"

- Temperatura, em graus Celsius (°C);
- Humidade relativa, em percentagem (%).

7.3. CARACTERÍSTICAS DO TECIDO CALANDRADO

- Largura do tecido calandrado, em milímetros (mm);
- Espessura total do tecido calandrado (no enrolamento), em milímetros (mm);
- Peso do tecido calandrado (no enrolamento), em gramas por metro quadrado (gm²);
- E.P.D.M., número de cordas por decímetro;
- Identificação do tecido calandrado com "bleeder colorido";

O texto "Por estilo e arranque de máquina", inscrito no Plano de Controlo e nas folhas de registo relativo à frequência, significa que há lugar a controlo sempre que:

- se mude de "estilo" (exemplos de estilos: P1354, P1373, MPS04 ou MPS05); ou
- se verifique um arranque da máquina após paragem devida a motivos vários, tais como: falhas de borracha, problemas electromecânicos e intervalos de refeições.

[Q-251023]_doc

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

1/9

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direcção:	DQ	Telefone:	
Tipo de documento:	Instrução de Trabalho	Revisão:	[002]
Data:	[07.08.2006]	Referência:	Q-251023
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico			

8. MÉTODO

Com a frequência e tamanho de amostra definidos no Plano de Controlo, operar do seguinte modo:

8.1. CONTROLO DOS COMPOSTOS DE ALIMENTAÇÃO

Antes de iniciar o uso duma mesa do composto, garantir que a sua identificação bem como a data de "Usar até" na respectiva etiqueta estão conformes. Consoante o definido, esta verificação poderá ser feita uma ou 2 vezes por mesa (por diferentes pessoas). Em qualquer dos casos é obrigatório que, pelo menos, uma das verificações seja efectuada por um dos dois operadores da calandra. Fazer os respectivos registos, rubricando no canto superior direito da etiqueta.

8.2. CONTROLO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO "CREEL ROOM"

Temperatura e humidade relativa.
Verificar nos gráficos do termohigrógrafa a temperatura e humidade relativa. Registrar os valores observados na folha de registo indicada no Plano de Controlo, sob a forma de atributo OK ou N/OK, consoante os valores se encontrarem, respectivamente, "dentro" ou "fora" dos limites tolerados.

8.3. CARACTERÍSTICAS DO TECIDO CALANDRADO

8.3.1. Largura do tecido calandrado, em milímetros (mm)

Inicialmente deve-se ajustar o 0 (zero) da escala graduada ao extremo do tecido e fazer a leitura da largura do tecido calandrado no ponto da escala coincidente com o outro extremo. Registrar e representar graficamente o valor obtido na respectiva folha de registos.

8.3.2. Espessura total do tecido calandrado, peso do tecido calandrado e E.P.D.M. (no enrolamento)

a) Recolha de amostras

A recolha de amostras efectua-se no final de um rolo calandrado. São retiradas três amostras: duas a aproximadamente 10cm dos extremos, uma de cada lado (lado do operador e motor); a terceira é retirada do centro. Cada amostra é constituída por um quadrado de tecido com (aproximadamente) 15cm de lado. Estas devem ser cortadas e manuseadas com os cuidados indispensáveis para não serem deformadas ou contaminadas, nomeadamente, protegidas com plástico dos dois lados.

b) Identificação das amostras

Logo após a recolha das amostras, procede-se à identificação destas; da identificação deve constar o nº do rolo, a combinação de calandragem e a identificação da amostra (L1, C, ou L2 - conforme se trate da fracção recolhida na extremidade do lado do operador, no centro do tecido ou do lado do motor, respectivamente).

c) Corte das amostras

O corte da amostra é feito com uma feira no cortador disponível da área, em círculos de 1dm² de superfície.

d) Determinação das variáveis

- Espessura do tecido calandrado
Com o micrómetro medir, fora da trama, em 3 pontos de cada uma das amostras. A espessura de cada amostra será a média dos resultados assim obtidos.
- Peso de superfície actual

[Q-251023]_doc

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

2/9

Anexo 3

Especificação – Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DP	Telefone:	
Tipo de documento:	Especificação	Revisão:	002
Data:	18.04.2007	Referência:	Q-13S026

Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

1. **OBJECTIVO**
Definir um procedimento geral de trabalho a adoptar no processo de calandragem de tecidos.
2. **ÂMBITO**
Aplica-se à calandragem de tecidos têxteis e metálicos na calandria de 4 rolos *Berstorff*.
3. **RESPONSABILIDADES**
De acordo com o procedimento Q-25P035.
4. **DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO**
A calandria propriamente dita é constituída por 4 rolos e serve para revestir as cordas dos tecidos com borracha.
Mas, para além deste equipamento básico, há a considerar uma série de sistemas acessórios requeridos no processo de calandragem, tais como:
 - *dupla estação de desenrolamento (let off)* - local onde se coloca o tecido têxtil impregnado a ser calandrado.
 - *1º sistema acumulador* - conjunto de cilindros fixos e móveis que permitem acumular o tecido com o objectivo de evitar parar o processo quando se procede a emendas entre o princípio e fim de rolos de tecido têxtil impregnado.
 - *cilindros de aquecimento* - conjunto de tambores que servem para retirar humidade ao tecido, e que ao aquecê-lo proporcionam uma maior adesão da borracha às cordas.
 - *cilindros de arrefecimento* - conjunto de tambores que servem para arrefecer, aproximando rapidamente das condições ambientais a temperatura do tecido, de modo a estabilizá-lo o mais possível.
 - *2º sistema acumulador* - conjunto de cilindros fixos e móveis que permitem acumular provisoriamente o tecido, evitando paragens do processo, enquanto se troca de estações de enrolamento.
 - *dupla estação de enrolamento (wind up)* - local onde se acondiciona o tecido calandrado em *liners*.

Como complemento dos sistemas acima referidos, têm-se ainda:

- 1 *extrusora e 2 moínhos* para preparação do composto de borracha;
- *prensa de emendas*;
- *tensores*;
- *sistemas de centragem do tecido*;
- *sistemas de controlo automático do processo*;
- *etc.*

Q-13S026/002.doc

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

1/11

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DP	Telefone:	
Tipo de documento:	Especificação	Revisão:	002
Data:	18.04.2007	Referência:	Q-13S026

Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

5. MANUSEAMENTO DE MATERIAIS

5.1. COMPOSTOS DE BORRACHA

Os compostos de borracha estão disponíveis em mesas com cerca de 5 cargas e só se podem usar se estiverem dentro dos limites previstos de utilização indicados na etiqueta.

Antes de começar a plastificar um composto, certificar que a extrusora, moínhos e rolos da calandria estão limpos e que não existem vestígios de borracha que tenha permanecido de calandragens anteriores. No entanto, em **calandragens sucessivas**, permite-se a misturação de compostos diferentes de acordo com a Q-24T016.

Em **períodos de paragem da extrusora**, qualquer composto pode permanecer no seu interior até um máximo de 5 min. Havendo necessidade de ultrapassar este período de tempo, o composto tem que ser completamente removido da extrusora.

5.2. TECIDO IMPREGNADO

1. O tecido impregnado constitui uma das matérias primas do processo de calandragem e como tal só deve ser utilizado se:

- estiver identificado com etiqueta do fornecedor;
- estiver acondicionado com filme de polietileno, o qual deverá cobrir completamente o tecido, e saco de seraphineta na parte exterior;
- a caneleira estiver envolvida por plástico, sobre o qual é enrolado o tecido;
- o tecido tiver remate ou aurobola.

No caso de não estar satisfeita qualquer uma das condições anteriores, ou existir algum outro aspecto que ofereça dúvidas ao operador sobre as boas condições do material, a Produção deve imediatamente reter o rolo, colocar Etiqueta de Material Retido e solicitar a respectiva disposição ao DIP - M.

Não esquecer de revestir o rolo convenientemente!

2. Na preparação do tecido para ocupar uma posição da estação de desenrolamento, deve-se:

- evitar a exposição do rolo descoberto por períodos prolongados, pelo que a remoção do protector interior apenas se fará imediatamente antes do carregamento na estação de desenrolamento;
- ter o cuidado de centrar o rolo relativamente ao equipamento.

Uma vez montado na estação de desenrolamento, verificar:

- largura total;
- se existem cordas (teia / trama) danificadas;

Q-13S026/002.doc

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

2/11

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DIP	Telefone:	
Tipo de documento:	Especificação	Revisão:	002
Data:	18.04.2007	Referência:	Q-135026

Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

- variação da largura (extremos do rolo em cone);
- manchar / falha de impregnação.

Qualquer não conformidade relativamente ao especificado implica a retenção do rolo por parte da Produção com Etiqueta do Material Retido, e, pedir disposição para esse material ao DIP - M.

USO PARCIAL DE ROLOS

Deve-se evitar a utilização parcial de rolos impregnados, quer pelas perdas de tempo que isso implica, quer porque se aumenta o scrap devido a "principios e fins", ou ainda porque se expõe demasiado o rolo, correndo o risco de este atingir elevados índices de humidade.

No entanto, quando esta situação ocorrer, proceder da seguinte forma:

- fazer na estremidade cortada um remate com borracha na prensa de emendas;
- proteger de novo o rolo com os plásticos que o encobriam, de modo a não deixar tecido à mostra;
- anexar a etiqueta de identificação do rolo, indicando o comprimento de tecido ainda existente;
- pedir disposição ao DIP - M, caso ultrapasse o tempo previsto na Q-245009.

5.3. BOBINAS DE CORDA METÁLICA

Verificar Instrução Q-241017 quanto a inspeção, manuseamento e montagem deste material no creel room.

Aspecto importante:

- evitar humidade na superfície das cordas metálicas, desde a área do creel até à entrada na calandria (Para isso, a temperatura da corda deve ser sempre superior à do ponto de orvalho).

Ação crítica:

- desempacotamento das bobinas no creel e transporte das cordas do creel até à entrada na calandria.

5.4. FIOS DE ALGODÃO (BLEEDER CORD)

Os fios de algodão, disponíveis em cones de 1kg, têm a função de facilitar o escoamento do ar que tende a permanecer entre os vários elementos constituintes do prelo, nas fases de construção e vulcanização.

É fundamental que não tenham elevados índices de humidade o que poderia provocar separações especialmente entre a camada interna e a tela têxtil.

Assim, sempre que não se encontrem em utilização, os suportes com o conjunto de cones devem ser colocados no creel room, onde a temperatura e humidade estão controladas.

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DIP	Telefone:	
Tipo de documento:	Especificação	Revisão:	002
Data:	18.04.2007	Referência:	Q-135026

Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

A porta lateral com acesso para o exterior também deve permanecer fechada.

Os cones de blender que vão ser necessários na produção deverão ser guardados numa caixa que deve permanecer fechada.

Só deverão ser colocados novos cones na caixa quando forem gastos todos os existentes.

Os fios de algodão são montados ocupando todas as ranhuras disponíveis nos suportes dos cones, mas apenas as suficientes para abranger a largura do tecido calandrado.

Atenção: Não deixar que haja fios a se sobreponham aos extremos do tecido metálico (isto dificultaria a emenda na máquina de corte).

5. PROCESSO DE CALANDRAGEM

5.1. PREPARAÇÃO

A programação do arranque de calandragem deve ser feita com pelo menos 2 horas de antecedência para que neste período de tempo o equipamento consiga atingir os valores de temperatura especificados (imediatamente na estrutura, rolos da calandria e cilindros de aquecimento).

6.1.1. TECIDO TÊXTIL

Proceder à colocação do tecido na estação de desenrolamento, de acordo com o referido em 5.2.

Para ligar o tecido têxtil ao liner de enrolamento, deve-se usar um arame de aço que é enfiado entre os "dentes" do liner e as cordas do tecido, tendo o cuidado de as distribuir uniformemente ao longo de toda a largura do liner.

A emenda entre os tecidos têxteis deve ser efectuada na prensa com uma lina de 5460 de 4 cm de largura (aprox.), dobrada em 3, durante um mínimo de 70ts, a uma pressão de vapor especificada de 9.5 Bar.

Procurar sobrepor as pontas de cada um dos tecidos fazendo com que as respectivas cordas fiquem paralelas em toda a largura para evitar diferenças de tensão significativas.

Certificar que a emenda ficou bem feita, pois trata-se do ponto mais crítico de tecido que passa em toda a linha de calandragem.

Sempre que possível, fazer um remate nas pontas cortando o excedente de tecido.

Nos sistemas de controlo de largura do tecido, ajustar inicialmente para uma largura superior em 1 cm (L) ao indicado na etiqueta do tecido impregnado para compensar o encolimento sofrido devido a aumentos de tensão e temperatura.

Ter o cuidado de posicionar os 2 sistemas de 3 roletes a entrada da calandria com ângulo igual, para que as cordas sejam expandidas nos extremos em proporções iguais.

6.1.2. TECIDO METÁLICO

Uma vez que as cordas de tecido metálico vêm directamente da sala do creel para os rolos da calandria, o liner de enrolamento terá que ser separado junto aos rolos da calandria para al fazer

Área de aplicação: Calandragem e Corte
 Direção: DP
 Tipo de documento: Especificação
 Data: 18.04.2007

Elaborado por:
 Telefone:
 Revisão: 002
 Referência: Q-13S026

Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

a união às cordas. Estas devem ser distribuídas em vários molhos aproximadamente iguais, e atadas ao arame de aço, o qual passa por entre os "dentes" do *liner* de enrolamento de modo a que fiquem todos ao mesmo nível.
 Os nós devem ser reforçados com tiras de tecido calandrado envolvendo as pontas.
 O tecido metálico é sujeito a ensaios de aprovação e por isso a Direcção de Produção deverá proceder em conformidade com a Instrução Q-251066.

6.2. COMPOSTO DE BORRACHA

6.2.1. ALIMENTAÇÃO

- A **alimentação de composto** para a calandra é feita com 2 tiras de borracha provenientes de 2 mesas, que são preparadas (plastificadas) por meio de uma extrusora - pré aquecimento do composto - e dois molinhos - homogeneização e alimentação.
- As **mesas** têm que estar perfeitamente identificadas e dentro do prazo de validade. Caso contrário, aplicar Etiquetas de Material Retido e pedir disposição ao DIP - M.
- O **excedente de composto** proveniente do corte de extremos será:

- a) Tecido Metálico - continuamente (re)alimentado no molinho de homogeneização.
- b) Tecido Têxtil - continuamente (re)alimentado na Calandra.

- Os **bancos dos molinhos** devem ser relativamente pequenos, entre os 10 e 20 cm de altura, de modo a conseguir ter toda a borracha em movimento. Usar os sistemas de homogeneização disponíveis nos molinhos, fazendo circuitos de borracha com a ajuda da passadeira de retorno no 2º molinho.

- As **tiras (distância entre facas)** no molinho de alimentação devem ser ajustadas para o indicado na especificação de calandragem.

6.2.2. "REWORK"

- Sempre que for detectada a **presença de material metálico** no composto antes de dar entrada na extrusora, o operador deve retirar toda a borracha correspondente à zona assinalada pelo equipamento, colocando-a em mesa própria devidamente identificada.
- A **borracha sobranete da calandra** deve ser removida, fazendo uma ligeira rotação dos rolos em sentido inverso, e adicionada à borracha sobranete dos molinhos.
- No fim da calandragem, a **borracha sobranete dos molinhos** deve ser passada a pasta e colocada no suporte para o efeito, sendo imediatamente identificada com marcação a giz.
- A sua utilização posterior deve estar conforme a Especificação Q-241016.

Área de aplicação: Calandragem e Corte
 Direção: DP
 Tipo de documento: Especificação
 Data: 18.04.2007

Elaborado por:
 Telefone:
 Revisão: 002
 Referência: Q-13S026

Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

6.3. INÍCIO DA CALANDRAGEM

Selecionar a especificação do código do produto em vista, onde se encontram todas as informações relativamente aos parâmetros do processo de calandragem, assim como dimensões finais e tolerâncias. Ver Exemplo de Especificação no ANEXO II deste Procedimento.

Atenção: Em caso de dúvida sobre algum aspecto referido nas especificações, consultar a Divisão de Apoio Técnico à Produção - DATP.

Em seguida:

- a) **Actualizar o nº do 1º rolo** desse código, na receita do sistema Automático de Controlo, assim como, em caso de tecido têxtil, o nº do rolo de tecido impregnado, e, para tecido metálico, o nº do lote de bobinas de corda utilizado.
- b) Uma vez confirmadas as temperaturas dos rolos da calandra (que devem estar de acordo com o especificado), **ajustar as aberturas dos rolos** para o indicado na receita como "preparação".
- c) **Alimentar a calandra** com 2 tiras de borracha para cada banco e começar o movimento de rotação dos rolos.
 Se necessário, rasgar o tecido no centro para ajudar manualmente as camadas de borracha a seguirem os rolos do meio em vez dos extremos.
- d) **Ajustar os valores de cross axis** para se obterem perfis de borracha equivalentes de extremo a extremo, sem friccionar o tecido.

Note-se que o valor de **cross axis** deve ser tanto mais elevado quanto maior a quantidade de borracha que se pretende nos extremos.

- e) Ainda com velocidade reduzida, proceder a um **ajuste das espessuras** de modo a obter um tecido com a espessura pretendida, devidamente balanceado, sem fricção e sem falta de compressão de borracha entre as cordas.

- f) **Ajustar também a largura** para o especificado, corrigindo a abertura dos sistemas de alargamento do tecido.

- g) Accionar os **sistemas de perfuração e / ou quebra de trama** sempre que tal for indicado.

- h) **Aumentar a velocidade**, não ultrapassando o máximo estabelecido, fazer ajustes finais de espessura e colocar o **sistema de controlo em automático**.

Apesar de se obter o perfil de espessura total automaticamente, o operador deve ainda **confirmar** esses valores com o **micrómetro** para verificar se o sistema precisa de ser calibrado ou não.

6.4. ENROLAMENTO

Não é permitido o uso de *liners* sujos, rasgados ou com rugas.

Durante o processo de enrolamento deve-se-a verificar periodicamente as condições de enrolamento quanto à centragem do *liner* e formação de rugas.

Elaborado por: _____
 Telefone: _____
 Revisão: 002
 Referência: Q-13S026

Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

Área de aplicação: Calandragem e Corte
 Direcção: DP
 Tipo de documento: Especificação
 Data: 18.04.2007

No entanto, a Produção deve recolher amostras quer dos tecidos impregnados, quer dos calandrados, sempre que entender necessário por se verificar alguma anomalia durante o processo (ex: rolo impregnado usado pela 2ª vez, paragem prolongada, etc.), principalmente quando se trata de rayon.

Neste caso, a amostra deve seguir para o Laboratório acompanhada de Comunicação Interna com cópia para o DIP - M e DP - DATP.

6.8. ANOMALIAS DURANTE O PROCESSO

I. NÃO CONFORMIDADES DO TECIDO IMPREGNADO

Interromper a calandragem e contactar o DIP - M se a mesma ocorrer no 1º turno, caso contrário, cortar o rolo e proceder como indicado em 5.2 - ponto 2.

Estas não conformidades podem ser devidas a:

- trama partida;
- corda partida;
- má impregnação;
- tensionamento diferente ao longo da largura;
- etc.

II. NÃO CONFORMIDADES DO TECIDO CALANDRADO

Estas não conformidades podem ser devidas a:

- má distribuição de cordas;
- rugas;
- falta de borracha;
- extremos com borracha;
- falta de compressão;
- etc.

Digitar os nºs correspondentes às não conformidades que forem surgindo (sistema Automático de Controlo), accionar o sistema de colocação de bleeder para a posição Zig - Zag, e, complementar esta informação com marcação a giz colorido, identificando o seu início e fim com plástico colorido no beira do tecido de modo a que fique bem visível para o operador da máquina de corte.

O Operador do Wind Up poderá complementar estas chamadas de atenção, escrevendo com marcador vermelho no Relatório do Rolo de Tecido, as letras **AT** e descrever as Não Conformidades constantes no mesmo.

Sempre que surgirem dúvidas à Produção quanto à possibilidade de utilização do rolo com não conformidades, reter o rolo com Etiqueta de Material Retido e colocá-lo no patenoster no ficheiro "Retido" e no respectivo código do tecido calandrado.

O DIP - M deverá ser sempre avisado para dar disposição aos rolos retidos.

Elaborado por: _____
 Telefone: _____
 Revisão: 002
 Referência: Q-13S026

Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

Área de aplicação: Calandragem e Corte
 Direcção: DP
 Tipo de documento: Especificação
 Data: 18.04.2007

Nota: Sempre que se verificar que os *liners* precisam de ser substituídos ou reparados, proceder à sua identificação, acrescentando, neste caso, a metragem onde o defeito se encontra.

6.5. IDENTIFICAÇÃO DO TECIDO

A combinação de cores de fios de algodão - bleeder - deve estar de acordo com o produto em questão:

- os fios de cor que identificam o tecido calandrado, são colocados em grupos de dois ou três, junto a cada um dos extremos da tela. Esta operação é feita em simultâneo com a aplicação dos restantes fios de algodão branco, espaçados de 5,0 cm, e deve seguir o esquema exemplo que se encontra no ANEXO I deste Procedimento;
- o fio de cor que se encontra mais próximo dos extremos, **A**, identifica o tipo de tecido;
- sempre que um tecido se encontra em produção experimental, o fio **D** é da cor do fio que identifica o tipo de tecido e é colocado no centro do tecido em ambas as faces;
- a distância que media entre os extremos do lado do operador e lado do motor e o fio **A** deve permitir a aplicação de 1 a 2 fios de cor branca.

Além disso:

- fazer o corte do tecido com protocolo e recolher o relatório emitido na impressora;
- verificar se a informação constante está correcta, nomeadamente: o código do produto, o nº do rolo calandrado, o nº do rolo impregnado / nº do lote do material metálico, data de calandragem e operador;
- preencher ainda o nº e data das cargas de borracha utilizadas na calandragem;
- prender o relatório do rolo na parte da frente do mesmo, quando colocado sobre a mesa carregadora do Patenoster.

Nota: No caso de avaria do sistema de impressão de relatórios, estes deverão ser substituídos por etiquetas próprias e, que serão preenchidas manualmente em todos os seus campos.

Cabe ao Departamento de Produção II, a responsabilidade de fornecer e montar o papel na impressora, devendo solicitar a Manutenção em caso de dúvida sobre a sua preparação.

6.6. PROTECÇÃO DE TECIDOS

Não é necessária atenção especial na cobertura dos tecidos de nylon, polyester e metálicos.

No caso do rayon, este deverá ser revestido após a calandragem com manga de polietileno transparente até aos extremos.

6.7. AMOSTRAGEM

Conforme Instrução Q-25I062 e frequência estabelecida nos Planos de Controlo Q-25C028 e Q-25C029.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação: Calandragem e Corte
 Direção: DP
 Tipo de documento: Especificação
 Data: 18.04.2007

Elaborado por: 002
 Telefone: 002
 Revisão: Q-13S026
 Referência: Q-13S026

Calandragem de Tecidos Textéis e Metálicos

6.9. INTERRUPÇÃO PROLONGADA DE CALANDRAGEM

- I. DE 10 A 30 MIN
- Proteger o rolo que se encontra na estação de desenrolamento com filme de polietileno durante o tempo que durar a interrupção;
 - Marcar com plástico colorido os limites do tecido impregnado e calandrado que ficou parado ao longo de toda a linha;
 - Ao rolo calandrado correspondente, retirar amostra (comp 30 cm x larg 5 cm), protegê-la com plástico e enviá-la ao Laboratório de Materiais em Processamento para testes de humidade;
 - Retirar o rolo com Etiqueta de Material Retido e pedir disposição ao DIP - M.

II. SUPERIOR A 30 MIN

- Cortar o rolo, e proceder de acordo com o seguinte:
- Tecido impregnado (até à prensa de emendas) - reenrolar e proceder como em 5.2.
 - Tecido impregnado e calandrado (a partir da prensa de emendas) - proceder como em I.

6.10. PROCESSAMENTO DE NOVOS TECIDOS

Conforme mencionado na Instrução Q-241.018.

6.11. MATERIAIS ESPECIAIS E / OU CONTROLADOS

Sempre que o DATP entenda seguir e / ou controlar qualquer material calandrado durante as diferentes fases do processo, identificará os materiais com a etiqueta referenciada no Procedimento Q-13P002.

Este Material SO PODERÁ SER UTILIZADO NA PRESENÇA DO DATP.

7. REVISÕES:

Revisão:	Data:	Descrição:
001	19.09.2005	Alteração da referência Q-13P006 para Q-13S026.
002	18.04.2007	Alteração do Ponto 6.1.1

Gestão da Qualidade

Área de aplicação: Calandragem e Corte
 Direção: DP
 Tipo de documento: Especificação
 Data: 18.04.2007

Elaborado por: 002
 Telefone: 002
 Revisão: Q-13S026
 Referência: Q-13S026

Calandragem de Tecidos Textéis e Metálicos

ANEXO I - IDENTIFICAÇÃO DE TECIDOS CALANDRADOS

(EXEMPLO)

DP - DATP	CALANDRA Especificação: IDENTIFICAÇÃO DE TECIDOS CALANDRADOS	Referência: Revisão: Data:	ABFC II 04.07.05
NYLON	<p>APLICAÇÃO DE "BLENDED"</p> <p>A B C D C B A</p> <p>N1284</p> <p>ND948</p> <p>Experimental</p>		
POLYESTER	<p>P1354</p> <p>F1345</p> <p>P1370</p> <p>P1373</p> <p>P1377</p> <p>Experimental</p>		
RAYON	<p>R1564</p> <p>R3902</p> <p>Experimental</p>		
METÁLICO	<p>M01014</p> <p>MP984</p> <p>MP995</p> <p>Experimental</p>		

* - 1 a 2 cm de "border" branco
 de fora para For de Medida: 200 mm
 Cálculo: 400 Bps e 4000 Bps - face verso para baixo na direção de enrolamento
 O fio de Aramado e o fio de Nylon e o fio de Poliéster e o fio de Rayon e o fio de Metalico
 Se for a Humidade a Trás de 400 Bps, para para Controlar Humid, que Experimental

Módulo de área Textéis: ALTERAÇÃO CÓDIGO MAYON R1601 PARA R3902

Realizado por:

Gestão da Qualidade

Área de aplicação: Calandragem e Corte
 Direção: DP
 Tipo de documento: Especificação
 Data: 18.04.2007
 Elaborado por:
 Telefone:
 Revisão: 002
 Referência: Q-135026
 Calandragem de Tecidos Têxteis e Metálicos

ANEXO II - ESPECIFICAÇÃO DE CALANDRAGEM (EXEMPLO)

DP - DATA	CALANDRA Especificação	Espec: P1365 Revisão: 13 Data: 04.07.05																																																
Código de Trabalho: P1365 Referência: 41																																																		
Tipo de tecido: <table border="1"> <tr> <td>Calibre: FAABTE</td> <td>Comprimento: 160 m (aprox)</td> </tr> <tr> <td>Materia: Polyster</td> <td>Densidade (aprox): 102 costuras</td> </tr> <tr> <td>Quantidade: 14000m x 2</td> <td>Amplitude: 1,5 m</td> </tr> <tr> <td>Prez: 3M g/m2</td> <td>Espessura: 0,6 mm</td> </tr> </table>			Calibre: FAABTE	Comprimento: 160 m (aprox)	Materia: Polyster	Densidade (aprox): 102 costuras	Quantidade: 14000m x 2	Amplitude: 1,5 m	Prez: 3M g/m2	Espessura: 0,6 mm																																								
Calibre: FAABTE	Comprimento: 160 m (aprox)																																																	
Materia: Polyster	Densidade (aprox): 102 costuras																																																	
Quantidade: 14000m x 2	Amplitude: 1,5 m																																																	
Prez: 3M g/m2	Espessura: 0,6 mm																																																	
Calibre: 3 418 Massa específica: 1,41 g/cm3																																																		
CALANDRAGEM <table border="1"> <tr> <td>Amplitude:</td> <td>10 e 2 cm</td> </tr> <tr> <td>Velocidade (aprox):</td> <td>10 e 3 costuras</td> </tr> <tr> <td>Alimentação:</td> <td>maneira / automática</td> </tr> </table>			Amplitude:	10 e 2 cm	Velocidade (aprox):	10 e 3 costuras	Alimentação:	maneira / automática																																										
Amplitude:	10 e 2 cm																																																	
Velocidade (aprox):	10 e 3 costuras																																																	
Alimentação:	maneira / automática																																																	
CARACTERÍSTICAS DO TECIDO CALANDRADO <table border="1"> <tr> <td>Amplitude:</td> <td>10 e 2 cm</td> </tr> <tr> <td>Velocidade (aprox):</td> <td>10 e 3 costuras</td> </tr> <tr> <td>Alimentação:</td> <td>maneira / automática</td> </tr> </table>			Amplitude:	10 e 2 cm	Velocidade (aprox):	10 e 3 costuras	Alimentação:	maneira / automática																																										
Amplitude:	10 e 2 cm																																																	
Velocidade (aprox):	10 e 3 costuras																																																	
Alimentação:	maneira / automática																																																	
velocidade máxima: 20 m/min																																																		
<table border="1"> <tr> <th>temperatura de vapor</th> <th>pressão de vapor</th> <th>pressão de água</th> <th>pressão de ar</th> <th>pressão de gás</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> <td>1,02</td> <td>0,10</td> <td>0,10</td> </tr> </table>	temperatura de vapor	pressão de vapor	pressão de água	pressão de ar	pressão de gás	170	0,47	1,02	0,10	0,10	<table border="1"> <tr> <th>temperatura (°C)</th> <th>pressão (bar)</th> </tr> <tr> <td>70</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>79</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>88</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>0,7</td> </tr> </table>	temperatura (°C)	pressão (bar)	70	0,2	79	0,3	88	0,5	95	0,7	<table border="1"> <tr> <th>pressão (bar)</th> <th>temperatura (°C)</th> </tr> <tr> <td>1,3</td> <td>100 ± 5</td> </tr> <tr> <td>1,7</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>2,1</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>2,5</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>3,0</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>3,5</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>4,0</td> <td>220</td> </tr> </table>	pressão (bar)	temperatura (°C)	1,3	100 ± 5	1,7	120	2,1	140	2,5	160	3,0	180	3,5	200	4,0	220												
temperatura de vapor	pressão de vapor	pressão de água	pressão de ar	pressão de gás																																														
170	0,47	1,02	0,10	0,10																																														
temperatura (°C)	pressão (bar)																																																	
70	0,2																																																	
79	0,3																																																	
88	0,5																																																	
95	0,7																																																	
pressão (bar)	temperatura (°C)																																																	
1,3	100 ± 5																																																	
1,7	120																																																	
2,1	140																																																	
2,5	160																																																	
3,0	180																																																	
3,5	200																																																	
4,0	220																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77	<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	
<table border="1"> <tr> <th>temperatura</th> <th>pressão</th> </tr> <tr> <td>170</td> <td>0,47</td> </tr> <tr> <td>175</td> <td>0,52</td> </tr> <tr> <td>180</td> <td>0,57</td> </tr> <tr> <td>185</td> <td>0,62</td> </tr> <tr> <td>190</td> <td>0,67</td> </tr> <tr> <td>195</td> <td>0,72</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>0,77</td> </tr> </table>	temperatura	pressão	170	0,47	175	0,52	180	0,57	185	0,62	190	0,67	195	0,72	200	0,77																																		
temperatura	pressão																																																	
170	0,47																																																	
175	0,52																																																	
180	0,57																																																	
185	0,62																																																	
190	0,67																																																	
195	0,72																																																	
200	0,77																																																	

Página deixada propositadamente em branco.

Anexo 4

Diagrama de Fluxo – Calandragem de Tecido Metálico

Anexo 5

Diagrama de Fluxo – Calandragem de Tecido Têxtil

Gestão da Qualidade

Elaborado por: Calandragem e Corte
 Telefone: [002]
 Direção: DQ Diagrama de Fluxo
 Revisão: [002]
 Tipo de documento: Q-25D022
 Referência: Q-25D022
 Data: [03.11.2008]

Calandragem Tecido Têxtil - Calandra Berstorff

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	FONTES DE VARIAÇÃO	CARACTERÍSTICAS AFETADAS
30	Transporte do tecido para a transferência de água	Temperatura	Platificação do composto
31	Preparação do tecido para a transferência de água	Respingadas	Contaminação
32	Diferencial mecânico do tecido durante a transferência	Temperatura, tempo	Platificação do composto
33	Pre-identificação do tecido		
34	Identificação do tecido		
35	Transporte para passadeira para mocho identificador		
41	Identificação, apontamento do tecido	Tempo, velocidade, abertura mochos	Platificação do composto
42	Corte do tecido para mocho amarrador		
43	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
44	Estabelecimento de base para planificação do tecido	Altura, barcos, temperatura, colagem, sistema, superfície sensível, abertura tola	Esperança, peso, secção, balanceamento, penetração, barcos
45	Identificação do tecido	"Mocho", liberação, identificação, identificação, barcos, corte, abas, tensão, temperatura, estado tola	Mocho, espessura, peso, penetração, barcos, altura, cobertura de corlar
46	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
47	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
48	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
49	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
50	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
51	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
52	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
53	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
54	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
55	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
56	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
57	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
58	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
59	Transporte para passadeira para mocho amarrador		
60	Transporte para passadeira para mocho amarrador		

Gestão da Qualidade

Elaborado por: Calandragem e Corte
 Telefone: [002]
 Direção: DQ Diagrama de Fluxo
 Revisão: [002]
 Tipo de documento: Q-25D022
 Referência: Q-25D022
 Data: [03.11.2008]

Calandragem Tecido Têxtil - Calandra Berstorff

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	FONTES DE VARIAÇÃO	CARACTERÍSTICAS AFETADAS
1	Recebimento do tecido em verde de corlar		
2	Controle de qualidade do tecido em verde para "verde de repesar"	Pré-mocho	Propriedades físicas
3	Identificação do tecido em verde para "verde de repesar"	Sistema de identificação	Identificação
4	Identificação do tecido em verde para "verde de repesar"	Sistema de identificação	Identificação
5	Transporte do tecido para área de armazenamento (14m x 11m)		
6	Seleção do tecido para área de armazenamento		
7	Preparação do tecido para área de armazenamento	Manuseamento	Humidade
8	Preparação do tecido para área de armazenamento	Molho	EPDM
9	Transporte para sistema de lavagem		
10	Transporte para sistema de lavagem		
11	Transporte para sistema de lavagem		
12	Transporte para sistema de lavagem		
13	Transporte para sistema de lavagem		
14	Transporte para sistema de lavagem		
15	Transporte para sistema de lavagem		
16	Transporte para sistema de lavagem		
17	Transporte para sistema de lavagem		
18	Transporte para sistema de lavagem		
19	Transporte para sistema de lavagem		
20	Transporte para sistema de lavagem		
21	Transporte para sistema de lavagem		
22	Transporte para sistema de lavagem		
23	Transporte para sistema de lavagem		
24	Transporte para sistema de lavagem		
25	Transporte para sistema de lavagem		
26	Transporte para sistema de lavagem		
27	Transporte para sistema de lavagem		
28	Transporte para sistema de lavagem		
29	Transporte para sistema de lavagem		
30	Transporte para sistema de lavagem		
31	Transporte para sistema de lavagem		
32	Transporte para sistema de lavagem		
33	Transporte para sistema de lavagem		
34	Transporte para sistema de lavagem		
35	Transporte para sistema de lavagem		
36	Transporte para sistema de lavagem		
37	Transporte para sistema de lavagem		
38	Transporte para sistema de lavagem		
39	Transporte para sistema de lavagem		
40	Transporte para sistema de lavagem		
41	Transporte para sistema de lavagem		
42	Transporte para sistema de lavagem		
43	Transporte para sistema de lavagem		
44	Transporte para sistema de lavagem		
45	Transporte para sistema de lavagem		
46	Transporte para sistema de lavagem		
47	Transporte para sistema de lavagem		
48	Transporte para sistema de lavagem		
49	Transporte para sistema de lavagem		
50	Transporte para sistema de lavagem		
51	Transporte para sistema de lavagem		
52	Transporte para sistema de lavagem		
53	Transporte para sistema de lavagem		
54	Transporte para sistema de lavagem		
55	Transporte para sistema de lavagem		
56	Transporte para sistema de lavagem		
57	Transporte para sistema de lavagem		
58	Transporte para sistema de lavagem		
59	Transporte para sistema de lavagem		
60	Transporte para sistema de lavagem		

Gestão da Qualidade

Área de aplicação: Calandragem e Corte
 Direção: DQ
 Tipo de documento: Diagrama de Fluxo
 Data: 03.11.2008
 Elaborado por: [002]
 Referência: Q-25D022
Calandragem Tecido Têxtil - Calandra Berstorff

ÍNDICE	DESCRIÇÃO	FORTES DE VARIAÇÃO	CARACTERÍSTICAS AFECTADAS
82	Tráfego para trabalho de enrolamento.	Temperatura	Adesidade, flutuando
84	Medimento do tecido nos trabalhos		
85	Tráfego para aproximação/teor de enrolamento		
86	Aproximação/teor de tecido		
87	Código anterior/teor de tecido		
88	Tráfego para controle de enrolamento		
89	Código de tecido para o enrolamento		
90	Tráfego para o sistema de trabalho		
91	Tráfego do tecido		
92	Medição do comprimento / tecido enrolado		
93	Corte do tecido de acordo com o comprimento de medida	Temperatura, umidade	Aquecimento, desumidificação tecido
94	Tráfego para área de estiragem de enrolamento		
95	Arrumação de linha		
96	Tráfego para área da estação de enrolamento		
98	Colocação do rolo de linha na estação com garbado		
99	Estiramento de linha na estação de enrolamento		
99	Estiramento do tecido sobre o base		
99	Estiramento do tecido com tensão impactada		
	Controle de qualidade do tecido		
	Auto Controle - impressão final, peso, identificação com "barras" e "car", massa do tecido		
	Controle de DDP		
99	Retirada do rolo tecido da estação enroladora por garbado		
99	Coleção do rolo na mesa de transição		
99	Tráfego para "garbado" para "patronagem"		
99	Arrumação de tecido enrolado ("patronagem")		

Revisão:	Data:	Descrição:
001	06.05.2005	Alteração da Referência de DGE09.2.34 para Q-25D022 e introdução no OMD
002	03-11-2008	Alteração do item na Descrição: "Armazém de tecido em verde" (Patternosier) para "Retirada dos rolos de tecido em verde do camião".

Página deixada propositadamente em branco.

Anexo 6

Método de Trabalho – Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Teléfono:	[001]
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	G-37M011
Data:	20.04.2005	Referência:	
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

- **Início da Corrida**

1. Ligar Calandra: Tensão de controlo-on.
 - 1.1. Verificar sistemas de Segurança.
2. Fazer verificação geral ao equipamento, incluindo:
 - 2.1. Consulta da listagem de falhas.
 - 2.2. Grau de abertura entre os cilindros da calandra (mínimo 3-15-3).
 - 2.3. Abertura dos molinos.
 - 2.4. Temperaturas e tensões.
 - 2.5. Sistema de controlo de espessuras -FAG: Limpar e ligar as fontes de medição de espessura de camadas de borracha e fazer a calibração do sistema.
3. Consultar folha de produção, para saber quais os materiais a calandrar durante o turno.
4. Informar o transportador de materiais dos compostos que vão ser utilizados e quantidades de mesas de borracha necessárias durante o turno.
5. Informar a restante equipa da sequência do trabalho a executar.
6. Introduzir receita nos computadores.
7. Puxar o tecido a ser calandrado desde o *LET-OFF* até à calandra de modo a que a emenda entre o tecido e o *inner* de enfiamento tenha passado os rolos da calandra.
8. Apertar os rolos da calandra até que a abertura entre os mesmos seja a especificada aproximadamente $\pm 0,04/8$.
9. Colocar borracha especificada para o material a calandrar, na passadeira transportadora até à boca da extrusora.
10. Ligar passadeira transportadora da extrusora e extrusora.
11. Enfiar borracha na tremonha da extrusora.
12. Ligar moinho misturador.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Teléfono:	[001]
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	G-37M011
Data:	20.04.2005	Referência:	
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

13. Regular a velocidade da extrusora e fazer o ajuste das larguras das tiras de moinho misturador conforme o especificado. borracha, no
14. Colocar uma das tiras de borracha na passadeira transportadora para o moinho de alimentação.
15. Ligar moinho de alimentação.
16. Fazer corte na borracha junto ao moinho e colocar a tira na passadeira de homogeneização que faz o retorno da borracha ao moinho alimentador.
17. Regular a espessura da borracha conforme o especificado.
18. Ligar passadeiras transportadoras para abastecer os cilindros da calandra.
19. Ajustar facas para o corte das tiras de borracha conforme o especificado.
20. Colocar tiras de borracha nas respectivas passadeiras transportadoras para abastecer os cilindros da calandra.
21. Começar o processo de calandragem com velocidade reduzida e, se necessário, guiar a borracha para o cilindro correcto.
22. Ligar o sistema FAG.
23. Diminuir a abertura dos cilindros da calandra até obter espessuras de camadas com valores próximos dos especificados.
24. Ajustar o valor de *CROSS-AXIS* sempre que houver "esmagamento" do tecido causado por este factor.
25. Regular velocidade do moinho de alimentação através do painel de comando até se certificar que os cilindros da calandra estão a ser abastecidos convenientemente. Seguidamente passa o botão de regulação de velocidade do moinho para a posição **AUTOMÁTICO** e consequentemente, quando é aumentada a velocidade da calandra, aumenta automaticamente a velocidade do moinho de alimentação e vice-versa.
26. Aumentar gradualmente a velocidade da calandra até ao valor especificado.
27. Ligar o controlo automático de espessuras após o processo estar completamente estável.

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Telefone:	[001]
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	Q-37M011
Data:	20.04.2005	Referência:	Q-37M011

Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff

28. Zelar pelo equipamento e procurar manter bons níveis de qualidade e quantidade.

- **Durante a Corrida**

1. Colocar lâminas de corte dos extremos do tecido nos rolos da calandra e acertar guias. Na calandragem de tecido metálico o corte dos extremos é feito a jusante da calandra.
2. Colocar borracha excedente dos extremos do tecido na passadeira transportadora, para o moínho de misturação.
3. Ligar sistema de picar camada de borracha nos cilindros da calandra (*PICA BOLHAS*).
4. Controlar o **BANCO** da borracha nos cilindros da calandra para que não haja falhas nem excessos de borracha.
5. Controlar velocidades, espessuras, temperaturas conforme o especificado.
6. Colocar calandra em automático e verificar se todos os parâmetros estão conforme o especificado.
7. Accionar sistema de perfuração dos tecidos e quebrar trama, quando a especificação o determinar.
8. Colocar *Bleeder Cord* com a ajuda de 1 (um) ajudante, pegando em todos os fios e colocá-los num extremo do tecido, isto, nas 2 (duas) partes do tecido. Sem nunca esquecer as cores do fio especificadas para o tecido a calandrar.
9. Controlar e vigiar simultaneamente o funcionamento da extrusora bem como os moínhos de alimentação e misturação.
10. Retirar amostras para o departamento de controlo da qualidade quando requisitado. Isto é feito pelo operador da *Windup* que tira a amostra e entrega ao(s) operador(es).
11. Avisar todos os elementos da equipa, no caso de surgir qualquer alteração na ordem de serviço.
12. Controlar todo o processo de modo a obter bons níveis de qualidade e quantidade.
13. Informar supervisor de qualquer anomalia que possa surgir durante o turno.
14. Manter área de trabalho limpa e arrumada.

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Telefone:	[001]
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	Q-37M011
Data:	20.04.2005	Referência:	Q-37M011

Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff

- **Mudança de Tecido (Têxtil p/ Metálico)**

1. Cortar borracha na boca da extrusora.
2. Tirar borracha da passadeira de alimentação da extrusora.
3. Colocar mesa de borracha do composto a ser utilizado para a calandragem seguinte.
4. Verificar se toda a borracha saiu da extrusora.
5. Passar toda a borracha do moínho de misturação através da passadeira transportadora, para o moínho de alimentação.
6. Cortar tiras de borracha de alimentação dos cilindros da calandra.
7. Tirar dos moínhos toda a borracha que sobra do processo anterior e colocá-la em estantes próprias, segundo as normas estabelecidas.
8. Reduzir velocidade da calandra através do painel de comando junto da máquina.
9. Fazer a emenda do *linner* de enfiamento com a ajuda de 1 (um) ajudante e continuar a calandragem em velocidade reduzida.
10. Parar calandra quando a emenda do *linner* de enfiamento chegar junto aos cilindros da mesma.
11. Fazer abertura dos cilindros da calandra através do painel de comando e retirar a borracha existente.
12. Colocar calandra a funcionar a velocidade reduzida até o *linner* de enfiamento chegar à estação de enrolamento.
13. Fazer emenda no *LET-OFF* com a ajuda dos ajudantes, do 2º (segundo) *linner* de enfiamento.
14. Fazer transportar em velocidade reduzida a emenda do 2º (segundo) *linner*, até aos cilindros da calandra.
15. Parar calandra e desengatar o *linner*.
16. Fazer recuar em manual a parte final do 1º *linner* de enfiamento até ao *creel*, para fazer o engate no fio metálico. Esta operação é feita à custa da movimentação dos cilindros de arrefecimento para trás.
17. Prender 2º *linner* de enfiamento no rolo cilíndrico situado na parte interior dos cilindros da calandra.
18. Puxar com a calandra em manual os fios metálicos até aos cilindros da calandra. Esta operação é feita à custa da movimentação dos cilindros de arrefecimento para a frente.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Teléfono:	
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	0001
Data:	20.04.2005	Referência:	Q-37M011
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

19. Colocar rolo gravado especificado para o material que vai ser calandrado no suporte junto aos cilindros da calandra.
20. Mudar a posição do redutor conforme o especificado, movimentando só a calandra e engatar a relação adequada para a velocidade dos rolos.
21. Introduzir nova receita no computador de acordo com o especificado.
22. Colocar pente e rolo cilíndrico no suporte junto ao rolo gravado.
23. Levantar através do painel de comando o rolo gravado à posição de serviço, e com a ajuda de uma escova de arame, distribuir os fios metálicos pelas estrias do rolo gravado para não haver uma sobreposição de fios metálicos.
24. Colocar e prender consola junto ao pente metálico com fita adesiva e puxar os fios metálicos com a calandra a uma velocidade reduzida, para estes (fios metálicos) entrarem nas estrias do rolo gravado convenientemente, isto é, cada fio metálico numa estria do rolo gravado.
25. Dar aperto aos cilindros da calandra e verificar se todos os parâmetros estão conforme o especificado (tensões, temperaturas e espessura).
26. Colocar borracha especificada para o material que vai ser calandrado na passadeira até à boca da extrusora.
27. Enfiar borracha na tremonha da extrusora.
28. Regular a velocidade da extrusora e fazer o ajuste da largura da tira de borracha conforme o especificado, no painel de comando.
29. Colocar tira de borracha na passadeira transportadora para o moinho de alimentação.
30. Regular a espessura da borracha conforme o especificado no moinho de alimentação, através do painel de comando situado junto do mesmo.
31. Ajustar as facas para o corte das tiras de borracha conforme o especificado, e colocar as tiras de borracha nas respectivas passadeiras transportadoras para abastecer os cilindros da calandra.
32. Colocar sistema de controle de espessuras da calandra em automático através do painel de comando.
33. Controlar todo o processo de modo a obter bons níveis de qualidade e quantidade, sem excepção do funcionamento do *Creel*.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Teléfono:	
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	0001
Data:	20.04.2005	Referência:	Q-37M011
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

- **Mudança de Tecido (Metálico p/ Têxtil)**
 1. Cortar borracha na boca da extrusora.
 2. Tirar borracha da passadeira de alimentação da extrusora.
 3. Colocar mesa de borracha do composto especificado a ser utilizado para a calandragem seguinte.
 4. Verificar se toda a borracha saiu da extrusora.
 5. Passar toda a borracha do moinho de misturação através da passadeira transportadora, para o moinho de alimentação.
 6. Cortar tiras de borracha de alimentação dos cilindros da calandra.
 7. Tirar do moinho de alimentação toda a borracha e colocá-la em estantes próprias, segundo as normas estabelecidas.
 8. Reduzir velocidade da calandra através do painel de comando aquando do terminus do desenrolar dos fios metálicos das bobines no *Creel*.
 9. Parar calandra e cortar as cordas metálicas a montante da calandra para aí fazer a sua emenda dos fios metálicos com o *Inner* de enfiamento.
 10. Fazer abertura dos cilindros da calandra através do painel de comando e retirar a borracha aí existente.
 11. Mudar a posição do redutor conforme o especificado, movimentando só a calandra e engatar a relação adequada para a velocidade dos rolos.
 12. Introduzir nova receita no computador de acordo com o especificado.
 13. Colocar calandra em funcionamento a velocidade reduzida até emenda dos fios metálicos com o *Inner* de enfiamento chegar à estação de enrolamento.
 14. Fazer emenda no *LET-OFF* do tecido do estilo especificado a ser calandrado (no *Inner* de enfiamento referente à emenda) com a ajuda de 1 (um) ajudante.
 15. Continuar o funcionamento a velocidade reduzida (Calandra) até emenda do tecido têxtil, passar os cilindros da calandra.
 16. Parar calandra.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direcção:	DEI	Telefone:	
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	0001
Data:	20.04.2005	Referência:	Q-37M011
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

17. Dar aperto aos cilindros da calandra e verificar se todos os parâmetros estão conforme o especificado (tensões, temperaturas e espessuras). Terceiro em atenção as condições que garantam a protecção do equipamento.
18. Colocar borracha especificada para o material que vai ser calandrado na passadeira até à boca da extrusora.
19. Enfiar borracha na tremonha da extrusora.
20. Regular a velocidade da extrusora e fazer o ajuste da largura da tira de borracha conforme o especificado, no painel de comando.
21. Colocar tira de borracha na passadeira transportadora para o moinho de alimentação.
22. Regular a espessura de borracha conforme o especificado no moinho de alimentação, através do painel de comando situado junto do mesmo.
23. Ajustar as facas para o corte das tiras de borracha conforme o especificado, e colocar as tiras de borracha nas respectivas passadeiras transportadoras para abastecer os cilindros da calandra.
24. Colocar controle de espessura da calandra em automático através do painel de comando.
25. Controlar todo o processo de modo a obter bons níveis de qualidade e quantidade.

• **Mudança de Estilo (Tecido metálico) com Mudança de Pente**

1. Cortar tiras de borracha de alimentação dos cilindros da calandra.
2. Reduzir velocidade da calandra através do painel de comando, junto à máquina.
3. Parar calandra quando verificar que o nº de metros (rolos) pedidos na ordem de produção do estilo calandrado está cumprida.
4. Fazer abertura dos cilindros da calandra através do painel de comando, conforme o especificado, e retirar a borracha aí existente.
5. Fazer recuar com os cilindros da calandra em movimento contrário ao normal (através do painel de comando), os fios metálicos, isto é, tirar a tensão aos fios metálicos para assim se desenvolverem as tarefas seguintes.
6. Fazer corte (com máquina eléctrica) dos fios metálicos junto à entrada dos cilindros da calandra.
7. Fazer recuar o suporte do pente e rolo ranhurado para a posição intermédia.

IO-37M011001.doc

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

7/11

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direcção:	DEI	Telefone:	
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	0001
Data:	20.04.2005	Referência:	Q-37M011
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

8. Retirar o pente do suporte e colocá-lo no devido suporte dentro do creel room.
9. Retirar rolo gravado com ajuda de um ajudante e c/ ganbalde, e colocá-lo no devido suporte dentro do creel room.
10. Colocar rolo gravado especificado para o material que vai ser calandrado no suporte junto aos cilindros da calandra.
11. Fazer "emenda" dos fios metálicos fazendo um nó entre eles e prender depois as pontas com tiras de tela têxtil.
12. Retirar pente metálico do suporte junto à saída dos fios metálicos do creel room.
13. Colocar calandra a funcionar a velocidade reduzida até os fios metálicos ficarem esticados, e o pente metálico ficar junto ao suporte (junto ao rolo gravado).
14. Parar calandra.
15. Colocar pente metálico no suporte junto ao rolo gravado.
16. Levantar através do painel de comando o rolo gravado à posição de "serviço", e com a ajuda de uma escova de arame, distribuir os fios metálicos pelas estrias do rolo gravado para não haver uma sobreposição de fios metálicos.
17. Colocar e prender "consola" junto ao pente metálico com fita adesiva, e puxar os fios metálicos com a calandra a uma velocidade reduzida, para estes (fios metálicos) entrarem nas estrias do rolo gravado convenientemente, isto é, cada fio metálico numa estria do rolo gravado.
18. Introduzir nova receita no computador de acordo com o especificado.
19. Dar aperto aos cilindros da calandra e verificar se todos os parâmetros estão conforme o especificado (tensões, temperaturas e espessuras).
20. Colocar tiras de borracha (moinho de alimentação) nas respectivas passadeiras transportadoras para assim abastecer os cilindros da calandra.
21. Ligar sistema de controlo de espessuras da calandra em automático através do painel de comando.
22. Começar o processo de calandragem com velocidade reduzida e, se necessário guiar a borracha para o cilindro correcto.
23. Controlar todo o processo de modo a obter bons níveis de qualidade e quantidade sem excepção do funcionamento do creel room.

IO-37M011001.doc

Sem carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

8/11

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Telefone:	
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	001
Data:	20.04.2005	Referência:	G-37M011
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

- **Final do Turno (Paragem Prolongada)**
- 1. Cortar borracha na boca da extrusora.
- 2. Tirar borracha da passadeira de alimentação da extrusora.
- 3. Verificar se toda a borracha saiu da extrusora.
- 4. Passar toda a borracha do moinho de mistura através da passadeira transportadora, para o moinho de alimentação.
- 5. Desligar passadeira transportadora da extrusora e extrusora.
- 6. Cortar tiras de borracha junto às passadeiras transportadoras de alimentação dos cilindros da calandra.
- 7. Tirar do moinho de alimentação (no caso de existência) toda a borracha e colocá-la em estantes próprias, segundo as normas estabelecidas.
- 8. Reduzir a velocidade da calandra através do painel de comando junto da máquina.
- 9. Fazer emenda do liner de enfiamento com a ajuda de 1 (um) ajudante e continuar a calandragem em velocidade reduzida.
- 10. Parar calandra quando a emenda do liner de enfiamento chegar junto aos cilindros da mesma.
- 11. Fazer abertura dos cilindros da calandra através do painel de comando e retirar a borracha aí existente.
- 12. Retirar **BLEEDER CORD** e desactivar o rolo picador.
- 13. Colocar calandra em funcionamento a velocidade reduzida até o liner de enfiamento chegar à estação de enrolamento.
- 14. Desligar calandra.
- 15. Fazer limpeza da zona de trabalho com a colaboração de toda a equipa.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Telefone:	
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	001
Data:	20.04.2005	Referência:	G-37M011
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

- **Mudança de Estilo c/ Mudança de Composição c/s Mudança de Espessura**
- 1. Cortar borracha na boca da extrusora.
- 2. Tirar borracha da passadeira de alimentação da extrusora.
- 3. Colocar mesa de borracha do composto especificado a ser utilizado para a calandragem seguinte junto à passadeira transportadora para a boca da extrusora.
- 4. Verificar se toda a borracha saiu da extrusora.
- 5. Passar toda a borracha do moinho de mistura através da passadeira transportadora, para o moinho de alimentação.
- 6. Cortar tiras de borracha junto às passadeiras transportadoras de alimentação dos cilindros da calandra.
- 7. Tirar do moinho de alimentação (no caso de existência), toda a borracha e colocá-la em estantes próprias, segundo as normas estabelecidas.
- 8. Fazer emenda no **LET-OFF** do tecido do estilo especificado a ser calandrado, com a ajuda de 1 (um) ajudante.
- 9. Continuar calandragem até à emenda do tecido chegar aos cilindros da calandra.
- 10. Parar calandra e retirar borracha (dos cilindros) do material que anteriormente estava a ser calandrado.
- 11. Introduzir nova receita no computador de acordo com o especificado.
- 12. Enfiar borracha especificada através da passadeira transportadora na tremonha da extrusora.
- 13. Colocar calandra em funcionamento e controlar todo o processo de modo a obter bons níveis de qualidade e quantidade.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Telefone:	
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	[001]
Data:	[20.04.2005]	Referência:	Q-37M011
Calandragem de Tecido Têxtil e Metálico - Calandra Berstorff			

• **Mudança de Estilo S/ Mudança de Composição C/S Mudança de Espessura**

1. Fazer emenda no LET-OFF do tecido do estilo especificado a ser calandrado, com a ajuda de 1 (um) ajudante.
2. Continuar calandragem até emenda do tecido chegar aos cilindros da calandra.
3. Introduzir nova receita no computador de acordo com o especificado.
4. Controlar todo o processo de modo a obter bons níveis de qualidade e quantidade.

NOTAS

1. Fazer auto-controlo de acordo com os procedimentos da qualidade.
2. Cumprir todos os procedimentos, práticas-padrão e especificações.

DURANTE AS DIVERSAS OPERAÇÕES DEVEM SER SEGUIDOS RIGOROSAMENTE OS PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA.

REVISÃO

Revisão:	Data:	Descrição:
001	20.04.2005	Alteração da Referência de MFE09.1.11 para Q-37M011. Introdução no QMD.

Página deixada propositadamente em branco.

Anexo 7

Método de Trabalho – Preparação da sala do *cree* – Sala de cima

Gestão da Qualidade	
Área de aplicação:	Calandragem e Corte
Direção:	DEI
Elaborado por:	Telefone: [001]
Revisão:	Revisão: Q-37M091
Tipo de documento:	Método de Trabalho
Data:	[29.10.2007]
Preparação da Sala do Creel - Sala de Cima	

1. OBJECTIVO

O presente Método de Trabalho visa definir a sequência de acções necessárias para o correcto e atempado carregamento do creel na calandra de 4 rolos.

2. ÂMBITO

Este Método de Trabalho aplica-se ao carregamento do creel no Departamento da Produção (Dep. II), para preparar a calandra de 4 rolos para a produção de tecidos metálicos.

3. RESPONSABILIDADES

De acordo com o Procedimento Q-25P035.

4. PROCEDIMENTO

OPERADOR

1. Receber ordens do Supervisor, consultar a ordem de serviço e executá-la por prioridades.
2. Colocar paletes de bobines de corda metálica cheias dentro da sala do creel com o auxílio do empilhador.
 - 2.1. As paletes deverão ser L (Left) ou R (Right) de acordo com o lado que se pretende carregar.
3. Carregamento das bobines
 - 3.1. As bobines devem ser colocadas com a face azul virada para fora e encaixadas no pino de fixação do suporte para que o sistema de controlo de tensão da corda funcione.
 - 3.2. As bobines devem ficar bem distribuídas pelas 4 estantes, deixando livres as posições mais afastadas da calandra.
 - 3.3. As bobines deverão ser L (Left) ou R (Right) de acordo com o lado que se pretende carregar.
4. Controle das condições ambientais, de acordo com a Instrução de Trabalho Q-24I017.
5. Colocar fiéis junto às pré-fiéis para se fazer o enfiamento conjunto.
6. Enfiar fiéis (pré-fiéis, fiéis), de acordo com a Instrução de Trabalho Q-24I017.
7. Prender os fiéis de cada feira e puxá-los solidariamente com a feira para o suporte apropriado da feira.
8. Enfiar fiéis (pente), de acordo com a Instrução de Trabalho Q-24I017.
9. Tensionamento das cordas de acordo com a Instrução de Trabalho Q-24I017.

Q-37M091(001).doc

Sam carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

1/2

Gestão da Qualidade	
Área de aplicação:	Calandragem e Corte
Direção:	DEI
Elaborado por:	Telefone: [001]
Revisão:	Revisão: Q-37M091
Tipo de documento:	Método de Trabalho
Data:	[29.10.2007]
Preparação da Sala do Creel - Sala de Cima	

10. Cortar pontas do arame com o auxílio da máquina de corte para acertar os comprimentos.

11. Atar fiéis metálicos em conjuntos para os prender e posteriormente facilitar a emenda no setup.
12. Procurar obter bons níveis de qualidade e quantidade.
13. Zelar pelo equipamento e manter o posto de trabalho limpo e arrumado.

..Operações Indirectas:

1. Preparação e arrumação da sala do creel antes de iniciar novo carregamento:
 - 1.1. Desenfilar pente e guardá-lo no suporte apropriado.
 - 1.2. Puxar as pontas de fio que restaram, faseadamente com a ajuda do rolo cónico motorizado.
 - 1.3. Preparar caixas e arrumar as bobines.
 - 1.4. Descarregar as bobines vazias do creel para as caixas.
 - 1.5. Retirar caixas das bobines vazias da sala do creel com a ajuda do empilhador.
2. Verificações, de acordo com a Instrução de Trabalho Q-24I017

5. REVISÕES:

Revisão:	Data:	Descrição:
001	29.10.2007	Emissão Original

Q-37M091(001).doc

Sam carimbo "Cópia nº" qualquer impressão é uma cópia não controlada.

2/2

Anexo 8

Método de Trabalho – Preparação da sala do *creel* – Sala de baixo

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Telefone:	
Revisão:	[001]	Revisão:	[001]
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Referência:	Q-37M090
Data:	[10.10.2007]		

Preparação da Sala do Creel - Sala de Baixo

1. OBJECTIVO

O presente Método de Trabalho visa definir a sequência de acções necessárias para o correcto e atempado carregamento do creel na calandria de 4 rolos.

2. ÂMBITO

Este Método de Trabalho aplica-se ao carregamento do creel no Departamento da Produção (Dep. II), para fornecer corda metálica à calandria de 4 rolos para a produção de tecidos metálicos.

3. RESPONSABILIDADES

De acordo com o Procedimento Q-25P095.

4. PROCEDIMENTO

OPERADOR

1. Receber ordens do Supervisor, consultar a ordem de serviço e executá-la por prioridades.
2. Colocar paletes de bobines de corda metálica cheias dentro da sala do creel com o auxílio do empilhador. As bobines deverão ser L (Left) ou R (Right) de acordo com o lado que se pretende carregar.
3. Ligar Robot.
 - 3.1. Tensão de controlo-on.
4. Verificação geral do equipamento, incluindo:
 - 4.1. Consulta da lista de falhas.
 - 4.2. Verificação das portas de segurança.
 - 4.3. Verificação dos sensores de segurança.
5. Carregamento das paletes de bobines:
 - 5.1. Seleccionar o lado do creel a ser carregado L ou R.
 - 5.2. Abrir a porta de acesso à estação de carregamento das paletes.
 - 5.3. Colocar palete completa na estação de carregamento com o auxílio do empilhador.
 - 5.4. Accionar o comando para que a palete avance para a posição de descarregamento.
6. Posicionar a garra do Robot ao centro da primeira bobine, com o auxílio da consola de comando.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Telefone:	
Revisão:	[001]	Revisão:	[001]
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Referência:	Q-37M090
Data:	[10.10.2007]		

Preparação da Sala do Creel - Sala de Baixo

7. Carregamento do creel em modo semi-automático:

7.1. Em modo automático:

- 7.1.1. Robot carrega bobines, uma a uma, no Transportador Rotacional (TR).
- 7.1.2. TR descarrega bobines no Transportador Longitudinal (TL) e volta a sua posição inicial.
- 7.1.3. Robot retira plástico separador de nível da palete.
- 7.1.4. Robot volta a carregar o TR, sucessivamente até ao fim da palete.
- 7.1.5. Depois de terminar uma palete o Robot continua o carregamento do TR a partir da palete que se encontra na outra estação de carregamento.

7.2. Em modo manual:

- 7.2.1. Operador abre a porta de segurança da estação de carregamento da palete que se encontra vazia.
- 7.2.2. Retirar a palete vazia, recolocar uma cheia e fechar porta de segurança.
- 7.2.3. Preparar nova palete para carregamento:
 - 7.2.3.1. Transportar palete para zona de carregamento (estações de carregamento).
 - 7.2.3.2. Retirar e guardar etiquetas do controlo de qualidade.
 - 7.2.3.3. Desembrulhar palete e retirar sacos de desumidificação.
- 7.3. Supervisionar todo o processo de carregamento, para prevenir paragens desnecessárias.

8. Final do carregamento das ramadas do creel:

- 8.1. Desligar Robot.
- 8.2. Desligar sensores e abrir portas de segurança.
- 8.3. Controle das condições ambientais, de acordo com a Instrução de Trabalho Q-24I017.
9. Colocar fierras junto às pré-fierras para se fazer o enfiamento conjunto.
10. Enfiar fios (pré-fierras, fierras), de acordo com a Instrução de Trabalho Q-24I017.
11. Fazer conjuntos ("atar") de fios por fierra e solidariamente com os fios, puxá-la para o seu suporte de trabalho.
12. Enfiar pente, de acordo com a Instrução de Trabalho Q-24I017.
13. Cortar pontas do arame com o auxílio da máquina de corte para acertar os comprimentos.

Gestão da Qualidade

Área de aplicação:	Calandragem e Corte	Elaborado por:	
Direção:	DEI	Telefone:	
Tipo de documento:	Método de Trabalho	Revisão:	[001]
Data:	10.10.2007	Referência:	Q-37M090
Preparação da Sala do Creel - Sala de Baixo			

14. Atar os fios em conjuntos para posteriormente facilitar a execução do setup.
15. Procurar obter bons níveis de qualidade e quantidade.
16. Zelar pelo equipamento e manter o posto de trabalho limpo e arrumado.

..Operações Indirectas:

1. Preparação e arrumação da sala do creel antes de iniciar novo carregamento:
 - 1.1. Desentlar pente e guardá-lo no suporte apropriado.
 - 1.2. Puxar fios (pontas) de fim de Creel, faseadamente com a ajuda do rolo cónico motorizado.
 - 1.3. Preparar caixas vazias para arrumar as bobines.
 - 1.4. Descarregar as bobines vazias do creel para as caixas.
 - 1.5. Retirar as caixas das bobines vazias da sala do Creel com a ajuda do empilhador.
2. Falha no Robot ao pegar bobine:
 - 2.1. Operador anula falha do robot.
 - 2.2. Reposicionar a garra do robot ao centro da bobine em que aconteceu a falha, com o auxílio da consola de comando
 - 2.3. Operador pressiona "continuar" na consola de comando. Bobine é carregada em modo de leitura (este modo acontece sempre que há um acerto manual da garra ou uma paragem forçada do Robot).
3. Encravamento dos Transportadores (TR e TL):
 - 3.1. Desbloquear situação de encravamento.
 - 3.2. Anular falhas ocorridas. Operador pressiona "continuar" na consola de comando.

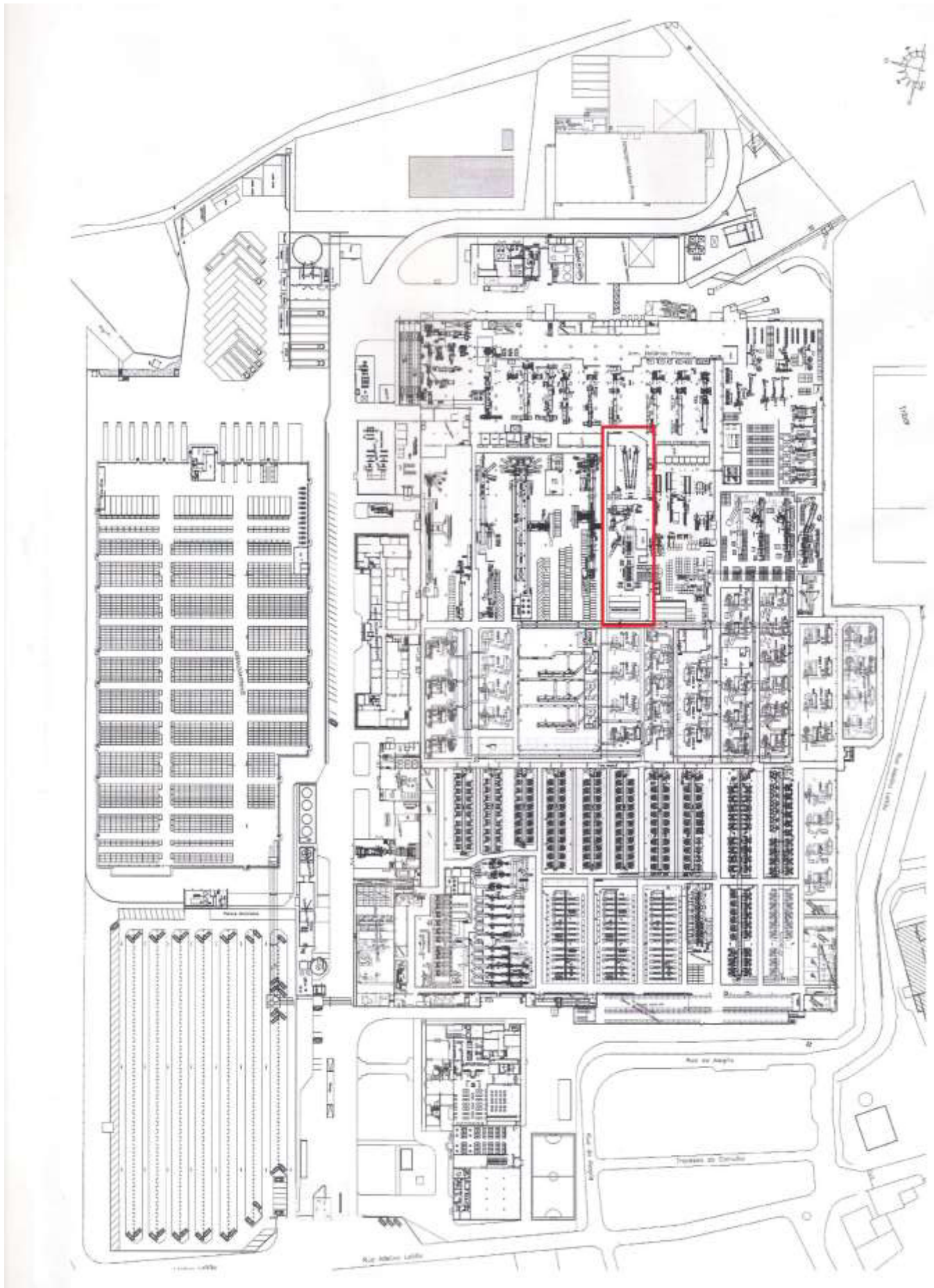
5. REVISÕES:

Revisão:	Data:	Emissão Original	Descrição:
001	10.10.2007	Emissão Original	

Página deixada propositadamente em branco.

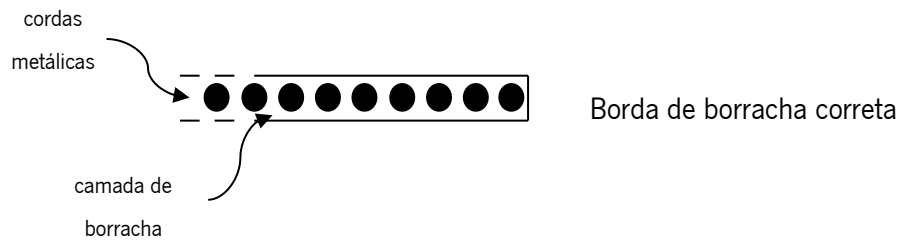
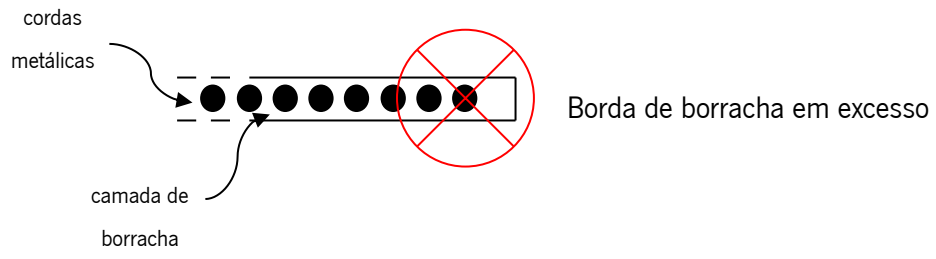
Anexo 9

Localização da calandra de 4 rolos na unidade



Anexo 10

Borda de borracha



Anexo 11

Check-list de tarefas da equipa de limpeza

TPM

**Limpeza
Funcionamento
Máquina Cal4R**

Tarefa	Avaliação	Data	Observações
<input type="checkbox"/> Lavar sistema de medição de espessura e area envolvente (portadas, paredes, tecto, pavimento e conduta de aspiração)			
<input type="checkbox"/> Lavar Motores / Redutores da calandra			
<input type="checkbox"/> Lavar unidades hidráulicas			
<input type="checkbox"/> Lavar estrutura dos Moinhos, motor, redutor			
<input type="checkbox"/> Aspirar cotão da zona de desenrolamento do bleeder.			
<input type="checkbox"/> Lavar corpo da Extrusora			
<input type="checkbox"/> Lavar exterior da estufa (e estrutura)			
<input type="checkbox"/> Fosso - Escoar água			
<input type="checkbox"/> Fosso - Lavar tubos, paredes e chão			
<input type="checkbox"/> Lavar aparadeiras, blindagens e redes de protecção			
<input type="checkbox"/> Aspirar e lavar estrutura da plataforma aculador 2 (junto ao enrolamento): Δ Vigas de perfil em I Δ Calhas de cabos eléctricos Δ Redes de protecção Δ Garibaldi das caneleiras			
<input type="checkbox"/> Lavar sistema de medição de espessura e area envolvente (portadas, paredes, tecto, pavimento e conduta de aspiração)			
<input type="checkbox"/> Lavar as unidades de controlo de temperatura			
<input type="checkbox"/> Lavar as unidades hidráulicas			
<input type="checkbox"/> Lavar as passadeiras de alimentação e estruturas de suporte			
<input type="checkbox"/> Lavar quadros eléctricos e calhas			
<input type="checkbox"/> Lavar exterior da sala do quadro eléctrico			
<input type="checkbox"/> Fosso - Escoar água			
<input type="checkbox"/> Fosso - Lavar tubos, paredes e chão			
<input type="checkbox"/> Lavar aparadeiras, blindagens e redes de protecção			
<input type="checkbox"/> Aspirar e lavar estrutura da plataforma aculador 1 (junto á estufa): Δ Vigas de perfil em I Δ Calhas de cabos eléctricos Δ Redes de protecção Δ Tubagem por baixo da plataforma			
		21	Nº Pontos a avaliar
	#DIV/0!		Média
		#DIV/0!	% Atingida
Data Avaliação ____/____/____			
Assinatura empresa externa		Assinatura	

Avaliação : 1- Mau, 2- Mediocre, 3- Médio, 4- Bom

Página deixada propositadamente em branco.

Anexo 12

Acordo de Cooperação apresentado à Empresa



Universidade do Minho

Proposta de Cooperação em Projecto de Investigação

Anna Sophia Piacenza Moraes

Aluna do Programa Doutoral em Engenharia Industrial e de Sistemas - PDEIS

Bolseira do Programa Erasmus Mundus/ISAC

Apresentação

Este documento apresenta uma proposta de cooperação entre a empresa [REDACTED] e a Universidade do Minho, através da Investigação que tem sido desenvolvida no Programa Doutoral em Engenharia Industrial e de Sistemas (PDEIS – Engenharia Humana), sob orientação do Dr. Pedro Arezes.

Motivação

A cooperação entre empresas e universidades é de grande interesse para o desenvolvimento desses dois ambientes, pois permite estabelecer um diálogo entre as teorias e as práticas, essencial para o aprimoramento da forma de como o conhecimento científico é gerado e transferido. No âmbito da Ergonomia, essa interação é fundamental, ao obter informações relativas ao homem no ambiente de trabalho, e a partir daí gerar conhecimentos capazes de transformar tais contextos, visando o conforto, a segurança e a eficácia dos sistemas produtivos.

Temática da Investigação

O tema central da investigação aborda de que forma o ergonomista/técnico de SHT contribui, ou pode contribuir, para o projecto dos meios de trabalho (como por exemplo, as instalações, ferramentas, máquinas, etc) ao trazer o ponto de vista da actividade como critério central de projecto. Serão utilizadas como referências teóricas centrais à Ergonomia, principalmente a chamada Ergonomia de Concepção, além de referências de áreas correlacionadas, como a Saúde e a Segurança do Trabalho, a Engenharia e Arquitectura.

Objectivos da Cooperação

Através da cooperação estabelecida, pretende-se por meio de um estudo de caso analisar a participação do ergonomista/Técnico de SHT e sua contribuição no projecto de concepção de um meio de trabalho, seja ele uma máquina, ferramenta ou instalação, e de que forma este profissional interage com os outros membros da equipa de projecto.

Para tal, pretende-se acompanhar um processo de reestruturação produtiva, que envolva por exemplo a modificação ou aquisição de novas tecnologias, mudanças em postos de trabalho, concepção de novas ferramentas ou equipamentos.

Etapas da Cooperação

Prevê-se durante a cooperação três fases:

1. Na primeira fase será feito o levantamento de casos possíveis para análise e acompanhamento, através de uma visita técnica. A partir daí será definido um caso a ser acompanhado, em função da viabilidade técnica e temporal. Serão definidos os métodos a serem utilizados, bem como os interesses dos envolvidos e os resultados esperados na cooperação;
2. A segunda fase englobará o acompanhamento do caso escolhido, através de visitas à empresa, para a realização de observações, reuniões e entrevistas. As datas e a duração da segunda fase serão definidas de acordo com o caso escolhido e a disponibilidade dos envolvidos;
3. A terceira fase envolverá a entrega de resultados à empresa através de um Relatório Técnico, bem como apresentações, caso necessário, contendo os principais resultados e conclusões obtidos na cooperação.

Resultado esperado

Espera-se que esta colaboração represente uma contribuição para a empresa, identificando através do estudo de caso pontos possíveis de melhoria nos seus processos de reestruturação produtiva, tendo por base a potencial relevância dos conhecimentos que a Ergonomia pode trazer para estes contextos.

Anna Sophia Piacenza Moraes

e-mail: sophiapiacenza@gmail.com

tel: 915 295 292

Anexo 13

Situações de variabilidade observadas

DATA	09.11.10	REFERÊNCIA	20101109.01.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
A calandra não liga. O 2º Operador informa que é devido a uma avaria na extrusora.			

DATA	09.11.10	REFERÊNCIA	20101109.02.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O composto de borracha “embola” no moinho de aquecimento. O 2º Operador corta o composto de borracha no moinho e enrola o composto sobre o mesmo para uniformizar o composto.</p> <p><i>“é um trabalho que se tem que ter muito cuidado com as mãos... se apanha as mãos vai o resto [do corpo]” (2º Operador).</i></p>			

DATA	09.11.10	REFERÊNCIA	20101109.03.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
Ocorre um atraso no arranque do turno devido a uma avaria no <u>guincho garibaldi</u> do <i>wind-up</i> .			

DATA	09.11.10	REFERÊNCIA	20101109.04.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa a presença de extremos no tecido, devido ao incorreto ajuste das facas de corte. Para resolver o problema, o 1º Operador ajusta as facas de corte.</p> <p><i>“um extremo se for para o Corte [próxima etapa do processo] dá muito trabalho... é o veneno do metálico... não pode ir extremo, extremo nenhum... se passa [tecido com extremos] deve ser comunicada a ocorrência no sistema” (1º Operador).</i></p>			

DATA	09.11.10	REFERÊNCIA	20101109.05.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			

O 1º Operador observa uma falha na impregnação de composto de borracha no tecido calandrado. Assim que detecta o problema, o 1º Operador comunica, por interfone, a falha ao Operador do *Wind-up*.

O Operador do *Wind-up* aguarda até que o tecido com falha chegue ao *wind-up*. Como não é possível retirar o scrap (por estar no começo do rolo), o Operador do *Wind-up* pousa uma tira de plástico no local da falha para sinalizar a mesma aos Operadores do Corte.

DATA	09.11.10	REFERÊNCIA	20101109.06.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
Os operadores observam que os fios de <i>bleeder</i> a arrebentar, pois os cones são grandes e não cabem nos pinos do carrinho do <i>bleeder</i> . Assim, ao serem desenrolados, os cones esbarram uns nos outros e os fios rompem. Os operadores decidem retirar os cones do carrinho e pousá-los no chão, para evitar que trombem uns nos outros.			

DATA	09.11.10	REFERÊNCIA	20101109.07.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
A calandra “abriu” (paragem repentina do equipamento e perda dos ajustes automáticos) devido a algum erro não-identificado. O 1º Operador solicita, por interfone, ao Operador do <i>Let-off</i> que rearma o equipamento no painel localizado próximo ao <i>let-off</i> . <i>“a gente sabe [o que fazer] porque trabalha aqui tem muito tempo” (1º Operador).</i>			

DATA	10.11.10	REFERÊNCIA	20101110.01.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O Operador do <i>Wind-up</i> observa que os rolos estão a cair dentro do <i>paternoster</i> , devido à manutenção: <i>“Aqui é perigoso... o carril tem desgaste... para trabalhar aqui é complicado” (Operador do Wind-up).</i> <i>“Se isso não acontecesse seria tudo muito fácil... o que está acontecer é que cai” (Operador do Wind-up).</i> <i>“Cria-se confusão de risco à volta disso e tem razão... não se sabe que horas ele [o rolo] vai cair” (1º Operador).</i>			

DATA	10.11.10	REFERÊNCIA	20101110.02.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador identifica que uma corda metálica está a ser desenrolada com o fio torcido, observando as marcas que está a deixar na superfície do tecido calandrado. Afirma que pelo som da bobine também consegue identificar esse problema:</p> <p><i>“pelo som... quando é a bobine faz tipo tac tac... faz um barulho diferente” (1º Operador).</i></p> <p>O 1º Operador explica que esse problema pode ser causado pelo incorreto sentido de enrolamento do fio (de acordo com o lado indicado na bobine) ou pela corda ter caído atrás do travão ao ser desenrolada ou por ter sido laçada ao desenrolar.</p> <p>Para resolver o 1º Operador chama o Operador do <i>Creel</i> para ajudá-lo. O Operador do <i>Creel</i> entra na sala do <i>creel</i> para verificar onde está a bobine. Enquanto o 1º Operador corta o fio, o Operador do <i>Creel</i> desfaz a laçada, para em seguida recolocar a corda no processo.</p> <p><i>“[o problema da bobine desenrolar com o fio torcido] acontece... mais nas Coreanas... já fez até simulação... não tem adiantado” (1º Operador).</i></p>			

DATA	10.11.10	REFERÊNCIA	20101110.03.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Os operadores observam que os extremos estão a arrebentar devido à vulcanização do composto de borracha. Um pouco antes a calandragem estava a ser feita com compostos de borracha da Alemanha, que são mais duros. Assim, ao passar para compostos da própria unidade, o composto começou a vulcanizar.</p> <p><i>“Vou aguardar um bocadinho para ver se vai continuar a arrebentar ou não” (1º Operador).</i></p> <p>Após aguardar, o 1º Operador decide abaixar a temperatura dos rolos:</p> <p><i>“Há alturas que a borracha vem mais dura... eu tive que baixar a temperatura porque estava macia” (1º Operador).</i></p> <p><i>“Mas não é sempre assim... é relativo... depende do período do ano... então temos que ter ções diferentes... no verão sai com mais bolhas... por causa da temperatura, vulcaniza” (1º Operador).</i></p>			

DATA	10.11.10	REFERÊNCIA	20101110.04.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa pela câmara do banco superior que a tira do composto de borracha está a entrar no lado errado do banco (a tira tem que entrar no lado de cima do banco, e não no</p>			

lado de baixo do banco, como ilustrado no Anexo 15). Se a tira de composto de borracha entrar no lado errado do banco altera o sentido de seu enrolamento e sua uniformidade, o que impacta na formação do extremo (que é mais crítico no tecido metálico), assim como na uniformidade e adesão do composto no tecido cru/cordas metálicas.

O 1º Operador utiliza uma barra metálica para alcançar a tira de composto e puxá-la para a posição correta.

DATA	10.11.10	REFERÊNCIA	20101110.05.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa marcas na superfície do tecido calandrado, devido ao facto de uma corda metálica estar tensionada em excesso. O 1º Operador tenta ajeitar as cordas na entrada dos rolos e afirma:</p> <p style="text-align: center;"><i>“tem uma manha para arrumar, mas não estou a conseguir” (1º Operador).</i></p> <p>Em seguida, o 1º Operador busca uma fita métrica, mede a distância até o local onde está a marcar, e vai conferir novamente qual o fio que está a tensionar. Em seguida, corta a corda tensionada em excesso e coloca outra no lugar.</p>			

DATA	12.11.10	REFERÊNCIA	20101112.01.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>A calandragem é interrompida devido a uma avaria no <i>paternoster</i>. O 1º Operador informa que o turno anterior não operou devido a tal avaria.</p>			

DATA	12.11.10	REFERÊNCIA	20101112.02.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Após o arranque do estilo soa um alarme e o sistema indica “diâmetro máximo excedido”. A calandra para automaticamente. O 1º Operador vai verificar o que ocorreu e reinicia a calandragem.</p>			

DATA	12.11.10	REFERÊNCIA	20101112.03.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa a presença de extremos no tecido calandrado, e logo em seguida aciona o ziguezague dos fios de <i>bleeder</i> para sinalizar ao Operador do <i>Wind-up</i> e aos Operadores do Corte. Faz ainda o registo da ocorrência no sistema.</p>			

DATA	12.11.10	REFERÊNCIA	20101112.04.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa marcas de composto de borracha no tecido, devido à falta de homogeneização do composto, devido ao facto do composto de borracha que estava a ser utilizado anteriormente ser mais duro.</p> <p><i>“Às vezes varia o próprio material, às vezes ele [o composto de borracha] vem de fora... muda pela própria ação da temperatura” (1º Operador).</i></p>			

DATA	12.11.10	REFERÊNCIA	20101112.05.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Wind-up</i> comunica ao 1º Operador que o guincho garibaldi do <i>wind-up</i> avariou. O 1º Operador mantém a calandragem e afirma:</p> <p><i>“Vão ver se arranjam [a manutenção]... senão, vai ter que parar a calandra” (1º Operador).</i></p> <p>Como não foi possível arranjar a tempo de não ser preciso interromper a produção, o 1º Operador para a calandragem por 10 minutos, para que a equipa de manutenção corretiva possa resolver a avaria.</p> <p>Na paragem da máquina, o 2º Operador retira os compostos dos bancos da calandra. Após a retomada do processo, o Operador do <i>Wind-up</i> retira o <i>scrap</i> (cerca de 1 metro de tecido).</p>			

DATA	12.11.10	REFERÊNCIA	20101112.06.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa que um dos cilindros de arrefecimento está com a soldadura partida. O 1º Operador decide continuar a calandragem, mesmo com o problema no cilindro.</p> <p><i>“Se ele [o cilindro] aguentar até 00h00, na próxima entrada [quando for feita a troca de turno] vai ser anulado [removido do conjunto]” (1º Operador).</i></p> <p><i>“[se não aguentar] ainda vou ter que pensar no que vou fazer... talvez cortar [o tecido] e enfiar outro” (1º Operador).</i></p> <p>O 1º Operador explica que o cilindro foi anulado há 2 semanas, e que por isso não está a arrefecer (o cilindro foi mantido no circuito para não ter que tirar o enfiamento do tecido da calandra). O 1º Operador afirma que o cilindro já deveria ter sido substituído, mas que provavelmente não havia cilindro disponível para a substituição.</p>			

“Não sei se vai aguentar até a 00h00... e é provável que não tenha cilindro no armazém para substituir” (1º Operador).

O 1º Operador explica que quando o cilindro foi anulado, foi retirada a alimentação de água do cilindro, para que a mesma não caia no tecido calandrado (devido à solda partida).

O 1º Operador explica ainda que como é inverno não tem tanto problema do cilindro ter sido anulado, mas que caso fosse verão seria pior, pois o tecido sairia com maior temperatura.

DATA	15.11.10	REFERÊNCIA	20101115.01.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
A calandra para de funcionar (09h40) e o 1º Operador afirma não saber o que se passou: <i>“deu algum problema lá na frente [zona do Wind-up]” (1º Operador).</i>			
O 2º Operador também não sabe dizer exatamente o que se passou, mas interrompe a alimentação do moinho de alimentação e retira os compostos de borracha dos bancos.			
O 1º Operador vai até o <i>Wind-up</i> , e pelo interfone solicita ao 2º Operador que chame o electricista da manutenção.			

DATA	15.11.10	REFERÊNCIA	20101115.02.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O Operador do <i>Wind-up</i> solicita ao 1º Operador que diminua a velocidade da calandragem, pois não está a conseguir armazenar os rolos no <i>paternoster</i> devido a uma avaria (2 filas do <i>paternoster</i> estão inutilizadas).			

DATA	15.11.10	REFERÊNCIA	20101115.03.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 2º Operador comunica ao 1º Operador que não há compostos de borracha em estoque para continuar a calandragem do material. A rutura no estoque de composto deve-se a um problema no misturador (Departamento I).			
O 1º Operador decide finalizar o rolo do tecido em produção, interromper a produção do estilo têxtil e iniciar o arranque do tecido metálico, que utiliza outro composto (10h25). Às 10h43 é interrompida a calandragem do estilo têxtil e o 1º Operador solicita que todos os operadores do equipamento auxiliem no término da preparação das cordas metálicas.			
<i>“Quero arrançar antes das 12h00... só dá para arrançar de for 2 [operadores] a enfiar o pente” (1º Operador).</i>			
Para agilizar, a operação de enfiar o pente é feita por 2 operadores em conjunto, sendo que um entrega a corda para o outro, que dobra a mesma, passa pelo pente e puxa-a do outro lado.			

DATA	15.11.10	REFERÊNCIA	20101115.04.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO			
O 1º Operador digita no sistema os dados do próximo material a ser calandrado, mas o sistema de controlo do processo trava. O 1º Operador vai até outro painel (painel da bancada) para tentar atuar no sistema.			

DATA	15.11.10	REFERÊNCIA	20101115.05.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
A estação do <i>wind-up</i> deslocou para o lado porque o tecido foi finalizado antes do programado. O Operador do <i>Wind-up</i> tem que cortar o tecido, mudar a estação em modo manual e fazer a emenda. <i>“Lá no Corte eles vão ver isso” (Operador do Wind-up).</i>			

DATA	15.11.10	REFERÊNCIA	20101115.06.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
Após o arranque, o 1º Operador para a calandragem para mudar o modo do sistema (modo produção). Antes a calandra estava a ser operada em modo enfiamento, o que não permite que a velocidade seja aumentada.			

DATA	15.11.10	REFERÊNCIA	20101115.07.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O Operador do <i>Wind-up</i> seleciona a opção para o carrinho do <i>paternoster</i> trazer um rolo de liner. Entretanto, o carrinho não traz o rolo. O operador utiliza um rolo de liner vazio que havia deixado no chão propositadamente próximo ao <i>wind-up</i> .			

DATA	15.11.10	REFERÊNCIA	20101115.08.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			

O 1º Operador observa que o composto de borracha está a aderir nos rolos na calandra, causando uma falha no tecido calandrado. O 1º Operador afirma que isso é devido ao facto do composto estar muito quente. O 1º Operador diminui a velocidade da calandra.
 O Operador do *Wind-up* retira o *scrap*, mas enquanto faz a retirada, o alarme do *wind-up* soa, indicando que faltam 20 metros para o término do rolo.
“Stress total” (Operador do Wind-up).

DATA	18.11.10	REFERÊNCIA	20101118.01.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O Operador do <i>Wind-up</i> verifica que o tecido calandrado está com problema de adesão do composto de borracha, devido à falta de aperto dos rolos. O Operador do <i>Wind-up</i> retira o <i>scrap</i> no término do rolo.			

DATA	18.11.10	REFERÊNCIA	20101118.02.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O Operador do <i>Wind-up</i> atua no carrinho do paternoster em modo manual, pois o mesmo está desalinhado. O Operador do <i>Wind-up</i> afirma: <i>“ele [o carrinho] no pousar pousa mal” (Operador do Wind-up).</i>			

DATA	18.11.10	REFERÊNCIA	20101118.03.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 2º Operador para a calandragem devido ao engastamento de composto de borracha na extrusora. O 1º Operador afirma: <i>“Às vezes acumula muita borracha e encrava” (1º Operador).</i> O 1º Operador informa que o Operador do <i>Wind-up</i> deverá retirar o tecido que permaneceu próximo aos rolos da calandra durante a paragem para ser contabilizado (<i>scrap</i>).			

DATA	18.11.10	REFERÊNCIA	20101118.04.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O Operador do <i>Wind-up</i> para a calandragem no botão de Stop de Emergência, pois o liner havia terminado, e caso enrolasse o material calandrado, ele seria perdido.			

O Operador do *Wind-up* observa a quantidade de tecido têxtil em cru no rolo alocado no *let-off* para estimar a metragem de liner que será necessária para o término do rolo.

DATA	18.11.10	REFERÊNCIA	20101118.05.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Um alarme soa e “Falha de Alimentação” é indicada no sistema. O 2º Operador havia saído de perto da região dos moinhos, e o 1º Operador afirma que o alarme foi um encravamento do composto no moinho de aquecimento.</p> <p><i>“Não se pode abandonar a máquina” (1º Operador).</i></p> <p>O 1º Operador sobe no moinho para retirar o composto encravado e observa que tem muito composto acumulado no moinho. O 1º Operador diminui a velocidade da extrusora para retomar o controle da quantidade de composto em processo.</p>			

DATA	18.11.10	REFERÊNCIA	20101118.06.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 2º Operador observa o composto de borracha encravado na saída da extrusora. O 1º Operador e o Operador do <i>Let-off</i> também percebem o problema e ajudam o 2º Operador a remover o composto de borracha preso. Após a retirada do composto o 2º Operador afirma que</p> <p><i>“isso engastalha porque está a andar muito rápido a extrusora” (2º Operador).</i></p> <p>Em seguida, atua no painel de comando e diminui a velocidade da extrusora.</p>			

DATA	18.11.10	REFERÊNCIA	20101118.07.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Wind-up</i> solicita ao 1º Operador que seja feita a paragem da calandra devido a uma avaria no <i>paternoster</i> (3 filas estão paradas, 1 fila está obstruída e o restante está cheio), e por isso não há locais vazios para alocar os rolos de tecido calandrado. Em seguida, o Operador do <i>Wind-up</i> observa se há espaços vazios nas ramadas do <i>let-off</i> e decide colocar os rolos nos locais disponíveis. O 1º Operador retoma a produção a baixa velocidade (25m/min), mas afirma que</p> <p><i>“Não vai acabar [o rolo] nesse turno... porque está a andar à metade da velocidade” (1º Operador).</i></p> <p>Isso significa que o prémio de produção do rolo calandrado fica para o turno seguinte.</p>			

DATA	19.11.10	REFERÊNCIA	20101119.01.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa marcas no tecido calandrado, e percebe que há pedaços de compostos de borracha agarrados no rolo picador. O 1º Operador para a máquina, pega uma cadeira e sobe na mesma para alcançar o rolo e retirar o composto agarrado utilizando uma faca.</p> <p>O 1º Operador explica que o composto adere no rolo por estar muito quente, e afirma ainda que</p> <p style="text-align: center;"><i>“Mas isso não era assim... foi quando colocaram o sistema de medição lá [no rolo picador] só para fazer feitiço... aí tiveram que aproximar o rolo e ele ficou com mais pressão” (1º Operador).</i></p>			

DATA	19.11.10	REFERÊNCIA	20101119.02.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 2º Operador observa que o composto no moinho de alimentação está a diminuir e em seguida verifica que o composto de borracha está a ficar preso numa das passadeiras de saída do moinho de aquecimento para o moinho de alimentação.</p> <p>O 1º Operador logo percebe o problema e chama o Operador do <i>Let-off</i> por interfone para ajudá-los a remover o composto agarrado. O 1º Operador desliga a passadeira e ambos fazem a remoção do composto agarrado.</p> <p>Enquanto os dois operadores retiram o composto agarrado, o 2º Operador corta e retira placas de composto do moinho de aquecimento e leva manualmente até o moinho de alimentação, evitando que seja preciso parar a calandragem.</p> <p>O 1º Operador explica que esse não é o procedimento a seguir:</p> <p style="text-align: center;"><i>“Eu não podia fazer isso não, por norma eu tinha que chamar a manutenção... mas como eu tenho aquele ferrinho ali, eu empurro a passadeira e com o ferrinho dá para puxar a borracha... eu também tenho outra ferramenta ali que eu podia tirar o rolo [da passadeira], mas nesse caso eu tinha que parar a máquina” (1º Operador).</i></p> <p>Mas afirma ainda que</p> <p style="text-align: center;"><i>“Já imaginou se todo funcionamento tivesse que chamar a Engenharia? Até chegar alguém...” (1º Operador).</i></p>			

DATA	19.11.10	REFERÊNCIA	20101119.03.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			

O 2º Operador observa que o composto de borracha está engastado na saída da extrusora. O 2º Operador remove o composto sem parar o equipamento e afirma que
“[isso está a ocorrer] porque tá muito rápida a extrusora” (2º Operador).

DATA	19.11.10	REFERÊNCIA	20101119.04.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Logo após o arranque do estilo, o 1º Operador observa que o tecido têxtil que está a ser alimentado está desfiado. O 1º Operador para a calandra no stop de emergência e chama todos os operadores para ajudar a resolver o problema. O 1º Operador dá ordem para que o 2º Operador retire o composto dos bancos e vai até a região do acumulador do <i>let-off</i>. O 1º Operador observa que os fios do tecido estão a ser enrolados num dos rolos do acumulador. O 1º Operador pula a grade de proteção do acumulador do <i>let-off</i> para poder retirar os fios que ficaram enrolados, e que estão a desfiar o tecido longitudinalmente. Assim que remove os fios enrolados utilizando uma faca, o operador sai da zona do acumulador e reinicia a calandragem. Os outros operadores auxiliam a retomar o processo, realimentando os bancos e ajustando as facas de corte de extremos.</p> <p>O 1º Operador afirma que o tecido veio com a trama aberta do fornecedor.</p>			

DATA	19.11.10	REFERÊNCIA	20101119.05.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Logo após o reinício da calandragem, o 1º Operador observa que o tecido têxtil continua a ser desfiado. O 1º Operador vai até o acumulador do <i>let-off</i> para verificar se o tecido continua a ser desfiado no mesmo local. Assim que percebe que o problema não está nos rolos do acumulador, o 1º Operador vai até a região dos cilindros de aquecimento, e percebe que ali está o problema. Com a máquina ligada, o 2º Operador entra na região dos cilindros de aquecimento e corta dos fios com uma faca.</p> <p>O 1º Operador afirma que <i>“Isso acontece muitas vezes... na hora de pegar o rolo [de tecido têxtil em cru] com o empilhador, arrebeta o fio da trama e acontece isso... acontece mais ou menos 1 vez no mês... mas depende do estado do rolo [de tecido têxtil em cru]” (1º Operador).</i></p>			

DATA	22.11.10	REFERÊNCIA	20101122.01.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			

O 1º Operador para a calandra devido a uma avaria no *paternoster*.
 O 2º Operador interrompe a alimentação da extrusora, retorna as tiras para o moinho de aquecimento e diminui a velocidade do moinho de alimentação.

DATA	22.11.10	REFERÊNCIA	20101122.02.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Após a retomada da calandragem, ocorre novamente uma avaria no <i>paternoster</i>. O Operador do <i>Wind-up</i> telefona para a equipa de manutenção, solicitando que venham verificar o problema. O 1º Operador reduz a velocidade da calandra para 34,5 m/min para ver se a manutenção consegue arrumar a avaria sem ter que parar a calandragem.</p> <p><i>“Há 10 anos [o paternoster] não dava tanto problema... há um ano e meio que está assim... numa semana funciona 2 dias... há mais ou menos meio ano colocaram calços nas guias das correntes... por 30 dias ficou bom...” (Operador do Wind-up).</i></p>			

DATA	25.11.10	REFERÊNCIA	20101125.01.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa que os extremos estão a colar nos rolos da calandra, e explica que isso deve-se ao facto do composto de borracha estar muito macio. O 2º Operador sobe na escada lateral dos rolos para acessar o banco, e utilizando uma barra metálica puxa a tira de composto que está entrando no banco para o lado, alocando-a perto da cunha do banco, para tentar homogeneizar o composto no banco. O Operador subcontratado ajuda a tirar os extremos, que estão a arrebentar com muita frequência.</p>			

DATA	25.11.10	REFERÊNCIA	20101125.02.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 2º Operador observa o composto de borracha encravado na saída da extrusora. Logo em seguida, o 2º Operador desliga a extrusora, abre a gaiola da saída da extrusora, retira o composto agarrado, fecha a gaiola, pressiona o botão [SEM ERROS] no moinho e liga novamente a extrusora para dar continuidade à preparação do composto.</p>			

DATA	25.11.10	REFERÊNCIA	20101125.03.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			

O 1º Operador observa um vazamento de óleo no rolo 3 da calandra. O 1º Operador informa à equipa de manutenção por telefone, e pede que venham solucionar o problema.

DATA	26.11.10	REFERÊNCIA	20101126.01.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Wind-up</i> observa que o tecido calandrado está a chegar na zona do wind-up com uma falha na impregnação do composto. Quando questionado o porquê de tal falha, o operador diz não saber exatamente o que pode ter se passado, mas que deve ter sido um problema na tira do composto que alimenta os bancos.</p>			

DATA	26.11.10	REFERÊNCIA	20101126.02.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Ao fazer o carregamento das bobines no <i>creel</i>, o robô não funciona. De acordo com o operador, o robô não está a fazer a leitura da posição das bobines devido a uma avaria: <i>“Andei às voltas e voltas sem saber o que era... era o sensor do carrinho” (Operador do Creel).</i></p> <p>Para continuar o carregamento das bobines, o Operador do <i>Creel</i> coloca o robô em modo manual, abre a grade de proteção e entra na zona protegida para puxar o carrinho do robô manualmente para que o robô posicione as bobines nos pinos. Em seguida, o Operador do <i>Creel</i> afirma: <i>“O robô tem fases... se mete pessoal novo, há sempre avarias, pancadas, empena, os sensores param de funcionar” (Operador do Creel).</i></p>			

DATA	26.11.10	REFERÊNCIA	20101126.03.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 2º Operador observa um encravamento do composto de borracha na extrusora. O 2º Operador desliga a extrusora, abre a gaiola de proteção e remove o composto de dentro da extrusora. O 2º Operador afirma que o problema é provavelmente devido ao desgaste do parafuso interno da extrusora: <i>“Acho que eles [a manutenção] vão trocar o parafuso” (2º Operador).</i></p>			

DATA	26.11.10	REFERÊNCIA	20101126.04.B
TURNO	B		

OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO	
<p>O 1º Operador observa que o tecido calandrado está com manchas na superfície. Observa os rolos da entrada e conclui que as manchas devem-se ao facto de ter compostos de borracha agarrados nos rolos da calandra. O 1º Operador não atua para resolver o problema, e decide esperar para ver se o tecido continuará a sair com as manchas na superfície.</p>	

DATA	29.11.10	REFERÊNCIA	20101129.01.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Let-off</i> não consegue remover a caneleira vazia da estação do <i>let-off</i> porque a base do suporte da estação está entortada.</p> <p>O Operador do <i>Let-off</i> afirma que nesse caso, ou terá que parar a calandra ou utilizar somente uma das estações.</p> <p><i>“ou então fazemos a menda mais devagar para pôr o rolo novo na mesma posição do atual” (Operador do Let-off).</i></p> <p><i>“Partiu a peça... agora vou colocar o rolo novo na mesma posição do anterior... enquanto reduz a máquina, aí eles [equipa de manutenção] reparam esse [estação danificada]” (Operador do Let-off).</i></p> <p>O 1º Operador telefona para os responsáveis da manutenção da Direção de Engenharia para que procedam a reparação dos suportes do <i>Let-off</i>. Assim que a equipa de manutenção chega, param a máquina para que seja feita a reparação.</p> <p>O 1º Operador afirma que não queria ter que chamar a manutenção, e que preferia que fosse o próximo turno a ter que parar a produção, mas que não havia como continuar a calandragem com uma estação avariada:</p> <p><i>“Eu não queria isso, por mim continuava até as 16h00 para o turno seguinte ter que parar... o próximo turno é muito ganancioso” (1º Operador).</i></p>			

DATA	29.11.10	REFERÊNCIA	20101129.02.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador digita os dados da receita do próximo estilo a calandar no sistema. O sistema acusa um erro, e pede que seja feita a calibração dos sensores. O 1º Operador desconsidera o erro e continua o arranque do estilo. Mas ainda na fase de arranque, o sistema de controlo automático do processo fecha os rolos automaticamente. O 1º Operador desliga o sistema de calibração automática e afirma:</p> <p><i>“isso para mim não tem muita importância... o sensor nº 2 não está aqui, e [o sistema] dá sinal de que não está a calibrar por causa da falta desse sensor” (1º Operador).</i></p> <p><i>“continuamos a ajustar no [modo] manual” (1º Operador).</i></p>			

DATA	29.11.10	REFERÊNCIA	20101129.03.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
No início da preparação dos compostos, O 2º Operador não consegue ligar o moinho de alimentação. O 2º Operador não sabe o que se passa e vai pedir ajuda do 1º Operador resolver o problema.			

DATA	29.11.10	REFERÊNCIA	20101129.04.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
Durante a passagem da emenda de dois rolos de tecido têxtil, o 1º Operador observa que as facas pegaram na emenda e viraram. O 1º Operador para a calandra, retorna com as facas para o sítio e reinicia a calandragem.			

DATA	29.11.10	REFERÊNCIA	20101129.05.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
Durante a calandragem, a calandra para automaticamente. O 1º Operador não sabe o que ocorreu, mas verifica no sistema a indicação de erro [Erro de Passagem]. Segundo o 1º Operador, o erro foi devido a uma avaria no <i>let-off</i> , pois o sistema detectou a falta de material no suporte do <i>let-off</i> que não estava a ser usado e automaticamente parou a máquina.			

DATA	09.12.10	REFERÊNCIA	20101209.01.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 1º Operador entra os dados da receita do novo estilo a calandra no sistema. Porém o sistema não aceita os dados. O 1º Operador afirma se tratar de um erro do sistema: <i>“Se puser em 04 [receita do MPS04] a receita não entra, tá assim desde o início [da instalação do sistema]... estamos à espera de um técnico para resolver isso” (1º Operador).</i>			
O 1º Operador entra os dados de outra receita no sistema para conseguir dar início à calandragem, e faz os ajustes necessários manualmente no sistema.			

DATA	09.12.10	REFERÊNCIA	20101209.02.A
------	----------	------------	---------------

TURNO	A
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO	
<p>O 1º Operador observa que o tecido calandrado apresenta grumos na superfície, devido à vulcanização do composto. O 1º Operador abaixa a temperatura dos rolos da calandra, atuando no painel do sistema.</p> <p><i>“Antes estava trabalhando com 1 mesa de borracha alemã, que é mais dura, e 1 mesa de borracha daqui... agora só ficou a borracha daqui e ele é mais macia e vulcaniza mais fácil” (1º Operador).</i></p> <p>O 1º Operador observa que o lado do tecido que está com grumos corresponde ao banco superior. Vai até o moinho de alimentação, corta um pedaço de composto, sobe na escada lateral de acesso aos bancos da calandra e retira o composto de borracha do banco superior que está a vulcanizar e coloca o pedaço de composto que retirou do moinho.</p> <p><i>“Isso que eu vou fazer agora por norma eu não devia fazer” (1º Operador).</i></p> <p><i>“Se levar borracha vulcanizada vai mostrar o metal [as cordas metálicas ficam expostas]” (1º Operador).</i></p>	

DATA	09.12.10	REFERÊNCIA	20101209.03.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa um erro de [Avaria na extrusora] indicado no sistema e comunica ao 2º Operador. O 2º Operador tenta verificar e corrigir o problema enquanto o 1º Operador mantém a calandragem dentro dos parâmetros.</p> <p>Entretanto, o 2º Operador observa que não tem composto de borracha em processo suficiente para continuar a calandragem por muito tempo e comunica ao 1º Operador:</p> <p><i>“Vai parar” (2º Operador).</i></p> <p>O 1º Operador atua no sistema, diminuindo a velocidade da calandra para tentar manter a calandragem.</p> <p>O 2º Operador aciona o [SEM ERROS] do painel de comando da extrusora, mas ela continua a não funcionar. O 2º Operador telefona à equipa de manutenção, solicitando que venham verificar o que se passa.</p> <p>Outros 2 operadores da máquina vêm atuar para tentar manter a calandragem mesmo com a extrusora sem funcionar. O 2º Operador alimenta os bancos da calandra manualmente, cortando o composto dos moinhos e carregando as placas até os bancos.</p> <p>Quando já não há compostos suficientes, o 1º Operador para a calandra e o Operador do Creel retira os compostos dos bancos. (11h33)</p> <p>A equipa de manutenção chega cerca de 10 minutos depois. Tentam resolver o problema atuando no painel, mas a extrusora continua a não funcionar. O 1º Operador comunica que o sistema está a indicar um erro de [FALHA NA LUBRIFICAÇÃO].</p> <p>Outro membro da equipa de manutenção é acionado e consegue resolver o problema. (11h59)</p> <p>Assim que o problema está solucionado, é feito o arranque do estilo novamente e o 1º Operador regista no sistema [PARAGEM POR AVARIA].</p>			

DATA	09.12.10	REFERÊNCIA	20101209.04.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Let-off</i> observa uma avaria no garibaldi do <i>let-off</i>. O 1º Operador para a calandragem e aciona a equipa de manutenção. A calandragem é interrompida por 30 minutos, até que a equipa de manutenção tenha resolvido o problema.</p>			

DATA	13.12.10	REFERÊNCIA	20101213.01.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Ao ajudar na calandragem, o Operador do <i>Cree/</i> observa que uma das tiras de composto de borracha está a cair de cima da passadeira que vai do moinho de alimentação para os bancos da calandra. O Operador verifica o que se passa e chama o 1º Operador para ajudar. Os dois operadores sobem nas escadas laterais de acesso aos bancos para puxar as tiras de composto para os bancos, posicionando-as nos locais corretos.</p> <p>O Operador do <i>Cree/</i> afirma que isso estava a acontecer devido à presença de composto agarrado na passadeira:</p> <p style="text-align: center;"><i>“Tinha um bocadinho de borracha na passadeira e ela deslocou para o lado... estava descentrada” (Operador do Creel).</i></p>			

DATA	13.12.10	REFERÊNCIA	20101213.02.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Durante o arranque do estilo, o Operador do <i>Let-off</i> sobe na escada de acesso ao banco superior da calandra, e retira uma das tiras de alimentação. Após alguns minutos, o Operador volta a posicionar a tira no banco e afirma que fez isso</p> <p style="text-align: center;"><i>“Por que tinha muita borracha [no banco]” (Operador do Let-off).</i></p>			

DATA	13.12.10	REFERÊNCIA	20101213.03.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa uma falha de composto no centro do tecido calandrado, e observa que há compostos aderidos nos rolos da calandra. O 1º Operador para a calandragem para poder limpar os rolos. Enquanto o 1º Operador retira os compostos dos bancos e coloca-os no moinho de aquecimento, o 2º Operador sobe na passadeira para ter acesso aos rolos, e utiliza uma faca para raspar o composto aderido. Ainda em cima da passadeira, o 2º Operador comunica com</p>			

o 1º Operador para que ele ligue a calandra, de forma a girar os rolos para frente ou para trás, para conseguir raspar o composto aderido. Finalizada a remoção do composto o 2º Operador desce da passadeira e o 1º Operador reinicia a calandragem e afirma:

“Isso só acontece raramente... acontece tão pouco que não é uma preocupação nossa” (1º Operador).

O 1º Operador explica ainda porque o composto havia aderido nos rolos da calandra:

“A tira estava entrando muito aberta no banco... aí ela ganhou folga e entrou atrás da cunha, porque tinha muita borracha no banco. Depois precisou parar e foi tudo colando no rolo... o fumo dá adesividade no rolo... o fumo só prejudica” (1º Operador).

DATA	16.12.10	REFERÊNCIA	20101216.01.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Cree/</i> não consegue fazer o posicionamento das bobines nos pinos utilizando o robô, devido a uma avaria no carrinho transportador do robô. Segundo o Operador do <i>Cree/</i>, um dos pinos dos travões está empenado e por isso o carrinho não posiciona as bobines e trava. Para tentar resolver a avaria, o Operador do <i>Cree/</i> utiliza um bastão metálico para dar pancadas nos pinos, mas como não consegue resolver o problema, o 1º Operador decide modificar a programação da produção e iniciar a calandragem de tecido em estilo têxtil.</p>			

DATA	16.12.10	REFERÊNCIA	20101216.02.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 2º Operador observa que o tecido calandrado está com falha de impregnação do composto de borracha e afirma:</p> <p><i>“está a queimar...porque o material em processo é muito fino [N1204], tem mais tendência a queimar...ou porque borracha não é muito boa...ou por causa da velocidade da calandra...se puser mais devagar é capaz de não queimar tanto” (2º Operador).</i></p> <p>O 2º Operador pede ao 1º Operador que tente diminuir a velocidade da calandragem.</p>			

DATA	16.12.10	REFERÊNCIA	20101216.03.B
TURNO	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Let-off</i> não consegue utilizar o guincho garibaldi devido a uma avaria. O Operador do <i>Let-off</i> se desloca até a zona dos rolos da calandra e solicita ao 1º Operador para diminuir a velocidade da calandra, pois não consegue alocar os rolos de tecido têxtil em cru na estação.</p>			

O 1º Operador afirma que a equipa de manutenção já deveria ter resolvido a avaria:
“Tiveram a manhã toda para arranjar isso [enquanto a produção estava parada devido ao problema do robot do creel] e eles só vem agora” (1º Operador).

DATA	17.12.10	REFERÊNCIA	20101217.01.B
TURNOS	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Durante o arranque do estilo metálico (MHF014), a emenda entre as cordas e o liner de enfiamento arrebentou na entrada dos rolos de arrefecimento. O 2º Operador observou o rompimento e comunicou ao 1º Operador. O 1º Operador parou o arranque e foi verificar o que havia se passado. O 1º Operador viu que a emenda havia arrebentado porque a barra metálica que prende as cordas no liner de enfiamento havia partido. O 1º Operador pegou outra barra e refez a emenda, puxando o liner para trás para ter a folga necessária para prender as cordas. O passamento na máquina não foi perdido porque a calandragem ainda estava em baixa velocidade. O 1º Operador afirmou que o problema</p> <p><i>“É simples, só que nos atrasou a vida” (1º Operador).</i></p>			

DATA	17.12.10	REFERÊNCIA	20101217.02.B
TURNOS	B		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 2º Operador observa que a quantidade de composto nos bancos é insuficiente para o término da calandragem e pergunta ao 1º Operador quantos metros falta para acabar o rolo. O 1º Operador informa que faltam 90 metros para terminar a calandragem. O 2º Operador corta placas do composto no moinho de aquecimento e carrega as placas manualmente ao moinho de alimentação e aos bancos da calandra para não ocorrer falhas na impregnação do composto.</p> <p><i>“Eu corto [a alimentação do composto de borracha] mais ou menos em 6970 metros... 30 metros [consome] é a borracha que está lá no banco e na passadeira” (2º Operador).</i></p>			

DATA	17.12.10	REFERÊNCIA	20101217.03.C
TURNOS	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>No final da calandragem do rolo de estilo têxtil, o 2º Operador observa que não terá composto suficiente em processamento para terminar a calandragem de todo o rolo. Para não gerar <i>scrap</i>, o 1º e o 2º Operador colocam as mesas de composto de borracha directamente no moinho de alimentação, utilizando o empilhador. Em seguida o Operador do <i>Cree/</i> também vem ajudar. Colocam o composto frio directamente no moinho de alimentação e cortam o composto para homogeneizá-lo.</p>			

“Acabou a borracha e o tecido não acabou” (1º Operador).

“Na hora de corta a borracha [interromper a alimentação] eu cortei mal... cortei antes [do que devia]” (2º Operador).

“Não dava para perder o material... era muito... quando é 1 ou 2 metros dá... mas era para aí uns 40 metros” (1º Operador).

A alimentação não foi feita no moinho de aquecimento porque o 2º Operador já havia colocado outro tipo de composto no moinho para iniciar a preparação do composto para a calandragem do próximo estilo.

DATA	20.12.10	REFERÊNCIA	20101220.01.C
TURNOS	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
Ao fazer o arranque do estilo, a emenda arrebentou devido a um rasgo no liner de enfiamento. O 1º Operador chama outros operadores para ajudá-lo a substituir o liner de enfiamento.			

DATA	20.12.10	REFERÊNCIA	20101220.02.C
TURNOS	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 1º Operador observa que os bancos dos rolos da calandra estão baixos e comunica ao Operador do <i>Cree/</i> que está a fazer a desdobra do 2º Operador, operando a extrusora e os moinhos. <i>“Está a falhar” (1º Operador).</i>			

DATA	20.12.10	REFERÊNCIA	20101220.03.C
TURNOS	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 2º Operador observa que a tira de composto de borracha está a entrar no lado errado do banco e utiliza uma barra para reposicionar a tira no lado correto.			

DATA	20.12.10	REFERÊNCIA	20101220.04.C
TURNOS	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 2º Operador observa que o tecido calandrado está com extremos e corre até a zona da entrada dos rolos de arrefecimento para retirar os extremos. Consegue retirar somente parte dos extremos, e por isso sobe as escadas de acesso às passarelas do 2º piso, vai até a zona do			

acumulador e consegue retirar mais alguns extremos do tecido. Mesmo assim alguns extremos chegam até a zona do *wind-up*, e o 1º Operador pede para que o Operador do *Wind-up* tente retirar os extremos no enrolamento.

DATA	20.12.10	REFERÊNCIA	20101220.05.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Com a ausência do 2º Operador na região dos moinhos (que havia ido até o 2º piso para tentar retirar os extremos), começa-se a se perder o controlo do processo, pois a extrusora estava em velocidade muito alta, as tiras de composto na saída do moinho de aquecimento arrebentam, devido ao facto do composto estar frio por permanecer pouco tempo no moinho de aquecimento. O 2º Operador para a calandra no stop de emergência.</p> <p><i>“Esta borracha [B460] é mais rija... nos outros compostos isso normalmente não acontece” (2º Operador).</i></p> <p><i>“É preferível parar [a máquina] e fica só uma tirazinha da paragem [scrap gerado pela paragem da máquina] do que falhar muita parte do lado do operador... por isso que eu preferi parar” (2º Operador).</i></p>			

DATA	20.12.10	REFERÊNCIA	20101220.06.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O sistema acusa um erro [AVARIA: ESCOVAS DO ROLO DE ARREFECIMENTO] (16h39). O 1º Operador não sabe o que se passa e telefona ao responsável pela manutenção da Direção de Engenharia para que seja feita a verificação do erro e afirma que</p> <p><i>“Está dando um erro ali nos cilindros de arrefecimento” (1º Operador).</i></p>			

DATA	14.01.11	REFERÊNCIA	20110114.01.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Após o arranque da troca de tecido têxtil para tecido metálico, o 1º Operador observa que o tecido calandrado está a balançar no equipamento devido à barra metálica utilizada na emenda do tecido com o liner de enfiamento estar torta. O 1º Operador observa que a emenda arrebentou.</p> <p><i>“Estourou tudo! Quem está a fazer a emenda?” (1º Operador).</i></p> <p>O 1º Operador chama o Operador do <i>Let-off</i> e outro operador para resolver o problema. O Operador do <i>Let-off</i> entra na área protegida dos cilindros de arrefecimento. Outros 3 operadores vão até a passarela do 2º piso próxima aos cilindros de arrefecimento para ajudar. Todos atuam</p>			

para arrumar o tecido e esticá-lo nos rolos. O 1º Operador corta o pedaço onde foi feita a emenda. Após arrumar o tecido e cortar a emenda o 1º Operador tenta ligar a calandra, mas ela não liga.

“Os rolos agora não andam... não sei porque, mas não quer andar” (1º Operador).

O 2º Operador chama o Operador do *Wind-up* para ajudar. O Operador do *Wind-up* aciona no painel para os rolos entrarem em rotação.

O 1º Operador sobe no carrinho de suporte dos *bleeders* para alcançar o liner de enfiamento. O 1º Operador puxa o liner de enfiamento enquanto o Operador do *Let-off* segura o liner na passarela do 2º piso. Ambos puxam o liner de enfiamento manualmente enquanto o Operador do *Wind-up* aciona a rotação dos rolos da calandra.

Em seguida o 1º Operador pede para parar a calandra. O Operador subcontratado desentorta a barra metálica da emenda.

O 1º e o 2º Operador entram na área protegida dos cilindros de arrefecimento e fazem a emenda do liner de enfiamento no tecido calandrado sem utilizar a barra metálica, cortando tiras do tecido e amarrando no liner. O Operador subcontratado traz uma fita-cola para ajudar a prender o tecido no liner.

O Operador do *Wind-up* leva o pedaço de tecido cortado (*scrap*) para ser contabilizado.

Após terminar a emenda, o 1º e o 2º Operador saem da área protegida dos cilindros de arrefecimento. O 1º Operador liga a calandra.

DATA	14.01.11	REFERÊNCIA	20110114.02.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Após refazer a emenda, a calandra para de funcionar. O 1º Operador não sabe identificar o porquê e pergunta ao Operador do <i>Let-off</i> o motivo da calandra ter parado.</p> <p>O Operador do <i>Let-off</i> explica que o Operador do <i>Wind-up</i> parou a calandra para fazer a mudança da estação.</p> <p><i>“Porque o Operador do Wind-up está a fazer a mudança... cortar os nós da emenda... demora mais, por isso parou... eu não me lembrei disso...” (1º Operador).</i></p>			

DATA	14.01.11	REFERÊNCIA	20110114.03.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Ao longo da calandragem, o 1º Operador observa que o sistema automático de controlo está a mudar o GAP dos rolos. O 1º Operador comunica ao 2º Operador:</p> <p><i>“Está a fechar... tem que ver o que se passa”(1º Operador).</i></p> <p>E afirma que:</p>			

"Ele fecha por ele... não sei porque" (1º Operador).

O 1º Operador chama o Operador do *Wind-up* no interfone e afirma:

"Essas amostras nem vale a pena tirar" (1º Operador).

DATA	14.01.11	REFERÊNCIA	20110114.04.A
TURNNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
Na calandragem de tecidos metálicos, o 1º Operador observa uma marca na superfície do tecido e se dirige até o local da entrada das cordas nos rolos e observa que uma das cordas metálicas está tensionada em excesso. O 1º Operador puxa a corda tensionada para ajustá-la.			

DATA	14.01.11	REFERÊNCIA	20110114.05.A
TURNNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 1º Operador observa que o banco de borracha está com falha na alimentação. O 1º Operador aponta ao 2º Operador que não tem composto sendo alimentado na extrusora. O 2º Operador corre para colocar mesas de composto na extrusora.			

DATA	16.01.11	REFERÊNCIA	20110116.01.D
TURNNO	D		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
A calandragem ficou parada por cerca de 1 hora devido a um problema na extrusora. Foi acionada a equipa de manutenção, que fez a substituição de uma das lâminas da extrusora que havia partido.			

DATA	16.01.11	REFERÊNCIA	20110116.02.D
TURNNO	D		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 2º Operador observa que os bancos de composto estão baixos. O 2º Operador corta placas de composto do moinho de aquecimento e leva-as manualmente para o moinho de alimentação. <i>"O [2º Operador] distraiu e como só tem uma mesa alimentando, sai menos borracha da extrusora... ele tinha que aumentar a velocidade" (1º Operador).</i>			

DATA	16.01.11	REFERÊNCIA	20110116.03.D
------	----------	------------	---------------

TURNO	D
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO	
<p>Ao iniciar o arranque do estilo, o 2º Operador observa que as tiras de compostos estão a cair das passadeiras de alimentação dos bancos. O 2º Operador sobe na estrutura dos rolos da calandra para posicionar as tiras no centro da passadeira.</p>	

DATA	16.01.11	REFERÊNCIA	20110116.04.D
TURNO	D		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Durante a calandragem, o Operador do <i>Wind-up</i> observa que não há rolos de liner disponíveis para enrolar o tecido calandrado e pede ao 1º Operador para abrandar a velocidade da calandra. O 1º Operador diminui a velocidade da calandra.</p> <p><i>“O [Operador do Wind-up] sabia que ia acabar o metálico e podia pedir mais liner [para os Operadores do Corte]... agora não tem empilhador e não tem liner” (1º Operador).</i></p>			

DATA	16.01.11	REFERÊNCIA	20110116.05.E
TURNO	E		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Durante a calandragem, o 1º Operador observa que o tecido têxtil em cru está desfiado. O 1º Operador para a calandra. O 2º Operador retira os compostos de borracha dos bancos. O Operador do <i>Let-off</i> entra na área protegida do 1º sistema acumulador para retirar os fios de tecido enrolados nos cilindros. O 1º Operador aciona o sistema acumulador manualmente para facilitar a remoção dos fios enrolados nos cilindros, atuando conjuntamente com o Operador do <i>Let-off</i>. A remoção dos fios enrolados demora 10 minutos para ser feita, e a calandragem é retomada.</p>			

DATA	16.01.11	REFERÊNCIA	20110116.06.E
TURNO	E		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Após 2 minutos do reinício da calandragem, o 1º Operador observa que os fios continuam a ser enrolados nos cilindros do sistema acumulador e o tecido continua a ser desfiado e interrompe novamente a calandragem. O Operador do <i>Let-off</i> novamente se desloca até a área do sistema acumulador para cortar os fios enrolados, ficando do lado externo da proteção. Em seguida o 1º Operador puxa o tecido manualmente, até que a parte desfiada tenha saído do sistema acumulador. Para remover os fios, a calandra fica 5 minutos parada e a calandragem é reiniciada em seguida.</p>			

“Na emenda puxou um fio e por isso enrolou nos rolos e desfiou o tecido” (1º Operador).

DATA	16.01.11	REFERÊNCIA	20110116.07.E
TURNO	E		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
Após o reinício da calandragem, os fios voltam a enrolar nos cilindros de aquecimento. O 1º Operador para a calandra e entra na área dos cilindros de aquecimento para cortar os fios enrolados. Após a remoção dos fios, reinicia a calandragem.			

DATA	16.01.11	REFERÊNCIA	20110116.08.E
TURNO	E		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O Operador do <i>Let-off</i> observa que alguns fios de <i>bleeder</i> estão a enrolar num dos cilindros do sistema de centragem, devido ao facto de não estarem bem aderidos no tecido. O Operador do <i>Let-off</i> pede ao 1º Operador que os <i>bleeders</i> sejam removidos e novamente aplicados no tecido.			

DATA	19.01.11	REFERÊNCIA	20110119.01.D
TURNO	D		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 1º Operador observa uma falha na alimentação dos bancos devido ao composto de borracha estar encravado na passadeira do moinho de alimentação. O 1º Operador chama a equipa de manutenção para resolver o problema. Assim que a equipa de manutenção chega na calandra, utiliza uma chave para soltar os parafusos da passadeira, para conseguir remover o composto encravado. O 1º Operador auxilia a equipa de manutenção, e utiliza uma barra metálica para empurrar o composto preso. O 2º Operador ajuda a puxar o composto preso dentro dos rolos da passadeira.			

DATA	21.01.11	REFERÊNCIA	20110121.01.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
O 1º Operador observa que um cilindro de arrefecimento está fora do prumo. 1º Operador coloca um calço no cilindro e afirma: <i>“Isso foi quando o rolo partiu [a soldadura] e foi feito o enfiamento sem o rolo... agora com o rolo reparado tive que colocar um calço nele para equilibrar” (1º Operador).</i>			

DATA	21.01.11	REFERÊNCIA	20110121.02.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador subcontratado observa que o tecido calandrado está com marcas de esmagamento. O Operador subcontratado comunica ao 1º Operador. O 1º Operador sobe na passarela do 2º piso, próximo aos rolos da calandra e corta os fios de <i>bleeder</i> que estão enrolados num dos cilindros do sistema de centragem, causando o esmagamento no tecido. À medida que corta os fios com uma faca, eles são aderidos no tecido calandrado. O 1º Operador pede ao 2º Operador que remova os fios aderidos quando o tecido passar no 1º piso.</p>			

DATA	21.02.11	REFERÊNCIA	20110221.01.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>Após o arranque do estilo a calandra para automaticamente, devido ao sistema acumulador ter atingido o limite máximo. O 1º Operador afirma:</p> <p style="text-align: center;"><i>“Outra vez?” (1º Operador).</i></p> <p style="text-align: center;"><i>“O acumulador quando está baixo para a máquina... depois temos que subir manualmente para arrancar” (Operador do Let-off).</i></p>			

DATA	21.02.11	REFERÊNCIA	20110221.02.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 2º Operador observa que os bancos da calandra estão baixos. O 2º Operador corta placas de composto do moinho de aquecimento e leva o composto até os bancos manualmente.</p>			

DATA	21.02.11	REFERÊNCIA	20110221.03.A
TURNO	A		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa que o tecido calandrado está com extremos. O 1º Operador pede para o 2º Operador e o Operador do <i>Let-off</i> para irem para a região dos <i>bleeders</i> para retirar os extremos. O 1º Operador corre até a área dos cilindros de arrefecimento para retirar extremos que já haviam passado. O 1º Operador sinaliza ao Operador do <i>Let-off</i> que mais tecido está a ser calandrado com extremos e comunica:</p> <p style="text-align: center;"><i>“Olha aê!” (1º Operador).</i></p>			

DATA	17.03.11	REFERÊNCIA	20110317.01.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Wind-up</i> pede ao 1º Operador que diminua a velocidade da calandra devido a uma avaria no <i>paternoster</i>. Após alguns minutos, o 1º Operador chama o Operador do <i>Wind-up</i> pelo interfone e pergunta:</p> <p style="text-align: center;"><i>"Já pode andar [aumentar a velocidade]?" (1º Operador).</i></p>			

DATA	17.03.11	REFERÊNCIA	20110317.02.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Wind-up</i> seleciona para o carrinho do <i>paternoster</i> trazer um rolo de liner vazio, mas ele não traz. O Operador do <i>Wind-up</i> utiliza um rolo de liner que está pousado no chão para continuar o enrolamento.</p> <p style="text-align: center;"><i>"Chegou aqui sem nada... era para trazer liner vazio mas não trouxe... no sistema constava que tinha liner vazio, mas não tinha" (Operador do Wind-up).</i></p>			

DATA	17.03.11	REFERÊNCIA	20110317.03.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O 1º Operador observa que o tecido calandrado está com extremos. O 1º Operador faz um sinal ao Operador do <i>Wind-up</i> para que ele retire os extremos no enrolamento.</p>			

DATA	17.03.11	REFERÊNCIA	20110317.04.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			
<p>O Operador do <i>Wind-up</i> observa que a impressora das etiquetas de identificação dos rolos não está a funcionar. O Operador do <i>Wind-up</i> reinicia a impressora e solicita pelo telefone que a equipa da manutenção verifique o problema.</p>			

DATA	17.03.11	REFERÊNCIA	20110317.05.C
TURNO	C		
OBSERVAÇÃO/VERBALIZAÇÃO			

O 2º Operador observa que o composto de borracha está a encravar na passadeira do moinho de aquecimento para o moinho de alimentação. O 2º Operador sobe no moinho para retirar o composto da passadeira. O Operador do *Cree/* ajuda a retirar o composto da passadeira, e também sobe no moinho.

Página deixada propositadamente em branco.

Anexo 14

Estratégias operatórias observadas

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Alinhar os sensores dos robôs do <i>creel</i>	
LOCAL:	Salas do <i>Creel</i>	REFERÊNCIA:	EO.CR.1
<p>Diversas estratégias são desenvolvidas pelos operadores para operar os robôs de carregamento das bobines do <i>creel</i>, principalmente para corrigir avarias e disfuncionamentos. O relato de um operador demonstra como a manutenção impacta na atividade da preparação das cordas metálicas:</p> <p><i>"A estrutura é em alumínio... se der uma pancada no lugar errado amassa... O robô em teste funcionou bem... conseguia arrancar o creel em mais ou menos 2 horas... se estivesse tudo direitinho [o carregamento] era em 2 horas. Hoje não tem muita manutenção... agora leva tempo... não sei... tem a troca de turno também... hoje tem uma série de trabalhos a serem feitos para voltar a ser como era... se nada falhasse era só isso, mas como falha... [há uma] chatice de trabalhos [a fazer] porque não é perfeito" (Operador do Creel/Turno C).</i></p> <p>Uma dessas estratégias constitui na ação do operador para alinhar os sensores para que os robôs funcionem corretamente, muitas vezes utilizando um bastão para alcançar determinados locais.</p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Correr o <i>creel</i>	
LOCAL:	Salas do <i>Creel</i>	REFERÊNCIA:	EO.CR.2
<p>Antes do arranque da calandragem dos tecidos metálicos, os Operadores do <i>Creel</i> conferem o posicionamento das bobines e das cordas, o que chamam de "correr o <i>creel</i>". Essa estratégia visa evitar que alguma bobine mal posicionada possa cair do pino durante a calandragem ou que as cordas sejam torcidas ao serem desenroladas.</p> <p>Para "correr o <i>creel</i>", os operadores se posicionam na lateral de cada lado das estantes, observam o alinhamento das bobines, e percorrem as estantes, verificando visualmente se alguma corda caiu atrás dos travões durante as operações de preparação das cordas metálicas. Um operador afirma:</p> <p><i>"Tem que vir cá atrás e ver o que se passa... os fios saem do lugar" (Operador do Creel/Turno A).</i></p> <p>Os operadores também apontam a diferença do sistema de travões entre as duas salas do <i>creel</i>, pois os travões das bobines da sala de cima é do tipo fole e na sala de baixo, mais modernos, são a ar comprimido, e ressaltam o impacto dessa diferença para a própria carga de trabalho:</p> <p><i>"O travão de borracha tipo fole é muito pior... o travão com ar dá mais qualidade... lá no creel de cima [as cordas] caem mais... tudo prontinho a nível de qualidade é a mesma coisa... mas nós temos que correr para baixo e para cima para dar conta" (Operador do Creel/Turno A).</i></p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Marcar os travões avariados	
LOCAL:	Salas do <i>Creel</i>	REFERÊNCIA:	EO.CR.3

De acordo com um operador, os principais problemas ocorridos na calandragem dos tecidos metálicos devem-se aos travões das bobines:

"o principal problema no metálico são os travões do creel... tá sempre avariando... por vezes as bobines travam" (Operador do Let-off/Turno C).

Nesses casos, os operadores utilizam uma estratégia de colar fitas adesivas nos pinos com travões avariados, sinalizando também aos outros operadores para não utilizarem aqueles pinos, o que constitui também uma estratégia de comunicação.

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Posicionar e alinhar as cordas metálicas no rolo nervurado	
LOCAL:	4 Rolos	REFERÊNCIA:	EO.CR.4
<p>Na produção de tecidos metálicos, antes de passarem pelos rolos da calandra, as cordas metálicas passam por um rolo nervurado, que tem a função de manter o alinhamento e espaçamento das cordas durante calandragem. Por isso, a correta colocação das cordas nas estrias do rolo nervurado é fundamental para a qualidade do material calandrado. Cada estria deve ter somente uma corda e nenhuma corda deve ficar fora das estrias. Para posicionar as cordas corretamente durante a preparação para o arranque, os operadores desenvolvem diversas estratégias para facilitar e agilizar essa colocação.</p> <p>Os operadores prendem, transversalmente, uma fita adesiva por sobre as cordas, e em seguida, puxam-na verticalmente, fazendo com que as cordas sejam posicionadas nas estrias. Essa operação é repetida por mais 1 ou 2 vezes. Já outros operadores utilizam um prego para reposicionar as cordas, quando estas acumulam numa mesma estria. Essa estratégia é feita com a máquina ligada e os rolos em baixa velocidade de rotação.</p> <p>Já alguns operadores passam as unhas para posicionar as cordas no rolo dentado, enquanto outros dão socos ou fazem cortes na superfície do material já impregnado com composto, para ajudar no posicionamento das cordas nas estrias do rolo nervurado.</p> <p>Geralmente, uma ou mais dessas estratégias são utilizadas, e são repetidas várias vezes durante o arranque do estilo, até que as cordas estejam corretamente posicionadas. Um operador afirma:</p> <p><i>"Ainda não está bom, mas com a máquina em andamento, o operador [1º Operador] vem e arruma... é mais fácil" (Operador do Let-off/Turno C).</i></p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Corrigir a alimentação das cordas metálicas durante a calandragem	
LOCAL:	4 Rolos	REFERÊNCIA:	EO.CR.5
<p>Mesmo com as estratégias realizadas durante a preparação das cordas metálicas, durante a calandragem elas podem apresentar outros problemas, e não estar alimentando a calandragem corretamente, como por exemplo, estarem tensionadas em excesso, se acumularem numa mesma estria do rolo nervurado ou estarem torcidas à medida que são desenroladas. Dependendo do problema identificado, os operadores utilizam estratégias distintas.</p>			

Quando uma corda está a ser desenrolada torcida, por exemplo, o 1º Operador chama outro operador para ajudá-lo, e enquanto corta o fio na entrada dos rolos, o outro operador desmancha a laçada na bobine.

Já em relação ao excesso de tensão nas cordas, um operador exemplifica:

"as cordas ficam muito esticadas... para resolver se a corda está muito esticada, vai no creel, corta e põe outra no lugar se precisar... uma corda não há problema em faltar... mas pode dar scrap se for esticado... [porque] o fio abre" (Operador do Let-off/Turno C).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Centrar os tecidos têxteis em cru	
LOCAL:	<i>Let-off</i>	REFERÊNCIA:	EO.LO.1
<p>Um problema apontado como recorrente no <i>let-off</i> é a falta de centragem dos tecidos têxteis em cru durante o desenrolamento, devido às avarias ou disfuncionamentos dos sensores dos sistemas de centragem. Quanto a esse aspeto, um Operador do <i>Let-off</i> cita:</p> <p><i>"O principal problema no têxtil é os sensores que avariaram e não se consegue alinhar o tecido..." (Operador do Let-off/Turno C).</i></p> <p>Quando os operadores verificam a ocorrência de falhas, fazem a centragem do tecido manualmente, o que é uma tarefa complexa devido ao percurso que é percorrido pelo tecido da zona do <i>let-off</i> até os rolos da calandra, em que o tecido passa por diversos rolos e cilindros dos sistemas e equipamentos acessórios.</p> <p>Um 1º Operador explica como atua nesses casos, e cita o disfuncionamento do sensores:</p> <p><i>"São dois [modos de operação dos] sistemas... automático e manual... passo para o manual e faço a centragem... mas pode centrar e ficar descentrado, pois o sensor pode estar a ler errado... se não conseguir tem que parar a máquina" (1º Operador/Turno B).</i></p> <p>Uma outra estratégia desenvolvida pelos operadores é a utilização de um calço em madeira, colocado por debaixo da caneleira, para ajudar a nivelar os rolos de tecidos têxteis em cru na estação de desenrolamento.</p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Garantir a temperatura e plasticidade dos compostos de borracha	
LOCAL:	Extrusora e Moinhos	REFERÊNCIA:	EO.EM.1
<p>A consistência do composto de borracha é importante para que seja feita a correta impregnação no material reforçante. Um 2º Operador cita:</p> <p><i>"a borracha tem que estar macia" (2º Operador/Turno B).</i></p> <p>Disso, diversas estratégias são desenvolvidas pelos 2º operadores, para avaliar a garantir a correta temperatura e plasticidade dos compostos.</p> <p>Quando os compostos estão no moinho de aquecimento, os operadores fazem, periodicamente, cortes diagonais no composto de borracha utilizando uma faca. Após cortar o composto, enrolam a tira visando facilitar a homogeneização. Quando fazem os cortes no composto, os</p>			

operadores conseguem avaliar se o composto está na plasticidade suficiente para ser utilizado na calandragem.

Além disso, observam o brilho e a uniformidade para ajustar a temperatura do moinho²⁵³. Conforme o relato de um 2º Operador:

"eu olho a uniformidade da borracha...mais fria fica mais cinzenta, mais quente fica mais escura" (2º Operador/Turno A).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Gerir a quantidade de composto na extrusora, nos moinhos e nos bancos	
LOCAL:	Extrusora e Moinhos	REFERÊNCIA:	EO.EM.2
<p>A gestão da quantidade de composto que está em processo no equipamento é fundamental para garantir que não ocorram falhas na impregnação de composto nos materiais reforçantes, para que o produto tenha qualidade e para que o processo seja mantido sob controlo. Um operador ressalta a importância de manter a atenção à alimentação do composto nos bancos da calandra:</p> <p><i>"É preciso estar atento aos bancos, não deixar que a borracha acabe" (2º Operador/Turno B).</i></p> <p>Outro operador afirma:</p> <p><i>"vou lá sempre ver se acabou" (2º Operador/Turno A).</i></p> <p>Outro operador ressalta a necessidade de atenção nesse aspeto:</p> <p><i>"esse material [MHF014] é muito grosso... não para de comer borracha... toda hora tem que ir ver se acabou uma das mesas" (2º Operador/Turno C).</i></p> <p>Entretanto, a correta quantidade de composto nos bancos envolve a gestão da quantidade de compostos em todos os equipamentos utilizados na preparação do composto – moinhos e extrusora, e das passadeiras de ligação entre eles. Envolve também a gestão do estoque de mesas de compostos disponíveis na região da calandra e no controlo dos pedidos de compostos aos operadores transportadores.</p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Alimentar os bancos de composto corretamente	
LOCAL:	Extrusora e Moinhos	REFERÊNCIA:	EO.EM.3
<p>Durante toda a calandragem, o controlo dos bancos de composto é uma das operações mais críticas, responsabilidade do 2º Operador e também do 1º Operador. Deve ser observada a quantidade de composto no banco, ou a "altura do banco". Caso o banco esteja com pouco composto, pode ocorrer uma falha na impregnação, fazendo com que o material calandrado esteja fora de especificação. Caso o banco esteja com composto em demasiado, a alimentação fica irregular, o composto levanta no banco e cria uma falha na impregnação. Além disso, o</p>			

²⁵³ O controlo da temperatura do moinho de aquecimento é feito utilizando uma válvula de fecho rápido, que controla a circulação de água nos cilindros. Caso queira aquecer o composto de borracha, o 2º Operador deve fechar a válvula, o que corta a circulação de água no interior dos cilindros.

composto perde calor, o que dificulta a sua impregnação no material reforçante. O correto controlo do composto no banco também influencia diretamente a uniformidade do material calandrado. O lado de entrada da tira no banco também é um fator importante, pois interfere no correto revolvimento do composto no banco. Caso a tira esteja entrando no lado errado, pode causar um efeito de elevação do composto, que resulta em falha de composto no material. No Anexo 15 mostramos um esquema que indica o lado correto da entrada da tira no banco. Um operador cita que:

"a tira tem que entrar desse lado do banco, não pode entrar do lado de baixo do banco..." (1º Operador/Turno A).

O relato de um 2º Operador aponta sobre essa questão:

"meter borracha é fácil, qualquer um pode fazer... o mais difícil é controlar os bancos... tem que andar sempre uniformemente" (2º Operador/Turno A).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Interromper a alimentação do composto no fim da corrida do produto	
LOCAL:	Extrusora e Moinhos	REFERÊNCIA:	EO.EM.4
<p>Observamos que o 2º Operador deve gerir a quantidade de composto de borracha em processamento no equipamento e a quantidade de composto necessário para terminar a calandragem, em função da quantidade de material reforçante ainda a ser processado. Os operadores desenvolvem estratégias para avaliar a quantidade de tecido têxtil em cru ou de cordas metálicas baseadas na observação direta desses ou na verificação da metragem dos rolos e da quantidade já consumida, no ecrã do sistema de controlo do processo. O relato de um 2º Operador demonstra a importância dessa estratégia, assim como diferenças entre os produtos:</p> <p><i>"O essencial é no final da mudança saber cortar a borracha, o momento certo antes de acabar... quando estiver faltando mais ou menos 150 metros para acabar no let-off, exceto para o nylon que são 200 metros" (2º Operador/Turno A).</i></p> <p>Outros operadores afirmam:</p> <p><i>"Eu corto mais ou menos em 6.970 metros [para as bobines de cordas de 7000 m]... 30 metros é a borracha que está lá no banco e na passadeira" (2º Operador/Turno B).</i></p> <p><i>"No metálico é quando aparece o azul da bobine... é a hora certa de cortar a [alimentação da] borracha" (2º Operador/Turno A).</i></p> <p>Observamos que a importância dessa gestão é feita principalmente para minimizar o retrabalho, visto que os compostos que sobram nos bancos no final da calandragem devem ser enviados para o DP I para serem novamente refinados e os compostos excedentes na extrusora e nos moinhos devem ser novamente preparados antes de serem utilizados. Alguns operadores desenvolvem a estratégia de utilizar somente 1 mesa de composto no final da calandragem do produtos, conforme explicado:</p>			

"para evitar sobrar composto e ter que ir para o carro [para ser levada para refinar novamente]" (2º Operador/Turno D).

Mesmo utilizando diversas estratégias, observamos que em algumas ocasiões, os operadores acabam por não conseguir fazer essa gestão. Algumas das situações de variabilidade observadas ocorreram em função da dificuldade de fazer essa gestão, principalmente quando falta composto para finalizar a calandragem. Nesses casos, quando o composto não é suficiente para a quantidade de material reforçante, observamos os operadores fazendo uma força-tarefa para terminar a calandragem, não desperdiçar matérias-primas e garantir a qualidade do material produzido.

Já noutro dia de observação, em que o operador não interrompeu a alimentação no momento exato, sobrando muita quantidade de composto nos bancos e nos moinhos, um 2º Operador citou, no final da calandragem:

"Devia ter tirado a borracha mais cedo um bocadinho, assim não sobrava tanto... mas a borracha está boa ainda... vai para refinar de novo" (2º Operador/Turno A).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Antecipar falhas na alimentação dos compostos de borracha	
LOCAL:	Extrusora e Moinhos	REFERÊNCIA:	EO.EM.5
<p>O 2º Operador possui à sua disposição diversos sistemas que detetam e sinalizam, por alarmes ou sinais luminosos, problemas do processo, como, por exemplo: a presença de metal no composto, o arrebitamento das tiras nas passadeiras e a falha de alimentação de mesas de compostos na extrusora. Entretanto, alguns operadores consideram que alguns desses sistemas são insuficientes para alertar a tempo sobre a perda de controlo do processo, conforme relatou um operador:</p> <p><i>"não espero que vá dar o sinal de falha de borracha para ir lá meter borracha... não serve para nada aquele sinal... tenho que ir antes" (2º Operador/Turno A).</i></p> <p>Ou seja, a capacidade de antecipar os problemas e falhas e evitar a perda do controlo do processo é fundamental para a calandragem, devendo muitas vezes ser feita antes da sua ocorrência ou da sua indicação pelos sistemas acessórios.</p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Evitar perda de material devido ao enrolamento	
LOCAL:	Wind-up	REFERÊNCIA:	EO.WU.1
<p>No enrolamento do tecido calandrado, o Operador do <i>Wind-up</i> deve estar atento, pois caso o tecido não seja enrolado adequadamente, o rolo fica fora do prumo e o material pode ser perdido, principalmente devido ao enrugamento. Durante o enrolamento, principalmente no início do rolo, o operador deve estar atento para evitar que o tecido seja enrolado fora de alinhamento, o que forma um cone lateral no rolo e causa a deformação do material calandrado. Além disso, caso o tecido seja enrolado sem a correta tensão de enrolamento, pode gerar rugas no tecido, fazendo com o que o material esteja fora das características de qualidade. Sobre esse aspeto, um Operador do <i>Wind-up</i> afirma que:</p>			

"se não estiver atento à entrada [do tecido] no rolo vai com rugas... até dar por ele..." (Operador do Wind-up/Turno C).

Para evitar problemas no enrolamento, um operador aponta como toma diferentes ações, e ressalta a diferença entre os tipos de produtos:

"o tecido [nylon] é muito fininho... a lâmina quando vai cortar dobra... o resto [outros produtos] já não faz isso... aí chega ali e estica um bocado [mostrando como ajeita o tecido com o liner na entrada do rolo]" (Operador do Wind-up/Turno C).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:	Evitar problemas no corte		
------------------------	---------------------------	--	--

LOCAL:	<i>Wind-up</i>	REFERÊNCIA:	EO.WU.2
--------	----------------	-------------	---------

O corte do material calandrado no *wind-up* pode ser feito em modo automático ou em modo manual. Entretanto, observamos que os operadores optam por sempre fazer o corte em modo manual. Os operadores afirmam:

"Se deixar no automático o tecido bate ali e se enrosca... fica mais para frente ou mas para trás" (Operador do Creel/Turno B).

"Essa máquina foi feita para não precisar ter que a gente fazer isso... para não ter que mexer aqui... mas aí o que a gente faz, a gente coloca no manual porque o material vem com muita velocidade e tem risco de enrolar naqueles rolos ali na saída da máquina... aí tem que parar a máquina" (Operador do Wind-up/Turno B).

Segundo o mesmo operador do *Wind-up*, essa estratégia visa evitar parar a calandragem, a perda de material e as advertências:

"uma pessoa não arrisca, porque se parar a máquina faz muita sucata e ouço na cabeça e levo na cabeça" (Operador do Wind-up/Turno B).

Entretanto, há ainda uma diferença entre os estilos do material, conforme citado:

"[no tecido metálico] o metal é grosso e tem força para descer... às vezes fica preso... às vezes... é por causa da distância entre os rolos que uma pessoa tem que fazer isso" (Operador do Wind-up/Turno B).

"mas isso acontece mais no tecido têxtil" (Operador do Wind-up/ Turno A).

Outro operador cita que prefere realizar o corte no modo manual devido à diferença no tamanho dos rolos:

"deixamos geralmente o corte automático desligado, porque há rolos mais pequenos... então quando a gente quer vai lá e corta" (Operador do Wind-up/Turno A).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:	Formar estoque de <i>liners</i>		
------------------------	---------------------------------	--	--

LOCAL:	<i>Wind-up</i>	REFERÊNCIA:	EO.WU.3
<p>Observamos que os operadores do <i>wind-up</i> deixam rolos de <i>liner</i> vazios próximo à estação do <i>wind-up</i>, formando um estoque intermediário, fora do <i>paternoster</i>, que fica disponível para ser utilizado caso haja algum problema, e com isso evitar atrasos no enrolamento. Esse estoque é fundamental nos casos de avarias ou disfuncionamentos no <i>paternoster</i>, ou ainda para equilibrar a demanda de utilização do mesmo. Um operador cita:</p> <p><i>"às vezes a gente pede, mas o pedido demora... O paternoster não dá vazão para a máquina... então como o [operador] transportador tem que colocar [o rolo de liner] lá [no paternoster] para eu tirar depois, então ele já traz para aqui [próximo ao wind-up]" (Operador do Wind-up/Turno C).</i></p> <p><i>"se o paternoster trabalhasse só para mim... mas trabalhando para dois [Calandra e Corte] não dá... [o carrinho] demora entre 3 e 4 minutos para andar... ele tem que terminar o serviço [entrega dos rolos de tecido calandrado ou recolha do liner do Corte] para ele andar para mim... além disso o paternoster não tem capacidade para ter tudo lá dentro... estás a ver? [mostrando as ramadas na lateral da calandra] as ramadas estão cheias de liner" (Operador do Wind-up/Turno C).</i></p> <p>Em geral, os rolos de <i>liner</i> nesse estoque "intermediário" são colocados no chão. Isso só não foi observado num dia de auditoria externa, quando todos esses rolos haviam sido colocados sobre palletes ou carrinhos. Nessa ocasião, o Operador do <i>Wind-up</i> citou:</p> <p><i>"em geral fica no chão mesmo... mas o pessoal da auditoria não quer nada no chão" (Operador do Wind-up/Turno A).</i></p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Gerir a capacidade dos rolos	
LOCAL:	<i>Wind-up</i>	REFERÊNCIA:	EO.WU.4
<p>Uma das principais variáveis a gerir pelos operadores do <i>Wind-up</i> é quanto de tecido calandrado cabe nos rolos²⁵⁴, e em qual momento deve ser feito o corte e iniciado o enrolamento de outro rolo. Os operadores devem gerir quantos metros o rolo de <i>liner</i> possui, quantos metros de tecido têxtil ou de cordas metálicas ainda não foram calandrados e quantos metros de tecido calandrado encontram-se em processamento no equipamento. O operador do <i>wind-up</i> deve otimizar a quantidade de metros de cada rolos, sem exceder o diâmetro máximo permitido por rolo, sem utilizar muitos rolos de <i>liner</i>²⁵⁵, e também evitando fazer rolos de pouca metragem, o que impacta diretamente no rendimento do produto na etapa do Corte. Observamos que nos estilos têxteis, alguns dos operadores do <i>Wind-up</i> se dirigem até a zona do <i>let-off</i> para verificar quanto de tecido em cru ainda encontra-se para ser calandrado. Num dia de observação, um operador, logo após verificar o rolo de tecido têxtil em cru no <i>let-off</i>, explica como faz essa gestão:</p> <p><i>"Talvez não caiba tudo no rolo... se quando acabar [o rolo no let-off] já tiver 350 metros [de tecido calandrado enrolado no rolo] vou cortar antes [de terminar o</i></p>			

²⁵⁴ Pois conforme citamos anteriormente, os rolos de *liner* possuem metragens diferentes.

²⁵⁵ Pois a quantidade de rolos de *liner* é pequena, e depende da liberação e devolução dos mesmos após a etapa de Corte.

rolo de tecido têxtil em cru] e enrolar o resto no outro rolo” (Operador do Wind-up/Turno A).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Gerir o tempo necessário para o enrolamento, o corte e a troca da estação	
LOCAL:	<i>Wind-up</i>	REFERÊNCIA:	EO.WU.5
<p>De todas as zonas de responsabilidade da calandra, o <i>wind-up</i> é aquela em que a gestão do tempo é mais crítica. O Operador do <i>wind-up</i> tem poucos minutos para fazer todas as operações necessárias para o enrolamento, o corte e a troca das estações para iniciar o enrolamento de outro rolo. Isso obriga que os operadores façam as suas tarefas num ritmo determinado pelo equipamento, que varia em função da velocidade de calandragem. Isso é retratado na visão de um operador sobre o trabalho do <i>wind-up</i>:</p> <p><i>“Aqui é igual a casota do pombo... não pode sair daqui... até que nylon é tranquilo... o pior é poliéster... rayon então! [porque] tem que colocar plástico²⁵⁶... aí é só tira rolo e coloca plástico, tira rolo e coloca plástico...” (Operador do Wind-up/Turno C).</i></p> <p>A verbalização do operador demonstra as consequências caso não consiga realizar as operações a tempo:</p> <p><i>“Se demorar muito tempo para cortar e fazer a troca das estações, desce o acumulador e toca o alarme... aí para tudo” (Operador do Wind-up/Turno C).</i></p> <p>Um outro operador ressalta a sua estratégia pessoal para fazer a gestão do tempo necessário para as operações, e afirma que cada operador desenvolve estratégias distintas:</p> <p><i>“Até estando já enrolado em 320 metros eu consigo fazer as coisas... mas cada um tem um tempo de fazer as coisas... mas tem que correr tudo bem... [são] muitas manhas, nem eu sei todas... e estou aqui tem 4 anos...” (Operador do Wind-up/Turno B).</i></p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Retirar extremos no <i>wind-up</i>	
LOCAL:	<i>Wind-up</i>	REFERÊNCIA:	EO.WU.6
<p>Conforme mencionamos, a presença de extremos compromete a qualidade do material calandrado, devendo portanto, ser evitada. Mas para além da qualidade do material, a presença de extremos impacta na qualidade do enrolamento do tecido calandrado, conforme citado por um operador:</p> <p><i>“[Se for extremos no tecido calandrado, na hora de enrolar o tecido] vai desnivelando e começa a dar uns grumos no liner” (Operador do Wind-up/Turno C).</i></p>			

²⁵⁶ Os rolos de tecidos têxteis que utilizam rayon como material reforçante devem ser envoltos em plástico antes de serem armazenados, por serem mais sensíveis em termos de absorção de humidade e de maior custo de produção.

Entretanto, quando o material calandrado chega com extremos até a zona do *wind-up*, não é fácil retirá-los, devido tanto ao tempo reduzido que o operador do *Wind-up* possui para realizar as suas tarefas quanto ao risco de perda do material. Segundo um operador:

"[no tecido] têxtil é melhor nem tirar, pois puxando a tira [do extremo] para o lado pode deformar o tecido e a gente pode estar fazendo scrap... no Corte eles conseguem tirar o extremo direito" (Operador do Wind-up/Turno C).

"no têxtil é mais difícil de tirar [os extremos]... só se tiver dois homens aqui, um para parar [colocar o rolo anterior no paternoster e outro rolo de liner na estação em espera] e outro para tirar o extremo... se tiver sozinho ou na 'desdobra' não dá" (Operador do Wind-up/ Turno C).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Retirar <i>scrap</i> no <i>wind-up</i>	
LOCAL:	<i>Wind-up</i>	REFERÊNCIA:	EO.WU.7
<p>A retirada do material fora de qualidade deve, preferencialmente, deve ser feita no <i>wind-up</i>, pois este deve ser pesado e contabilizado. Além da perda do produto e do rendimento do processo, a retirada do <i>scrap</i> também impacta a carga de trabalho do operador do <i>Wind-up</i>, pois é mais um elemento a ser considerado na gestão do tamanho dos rolos. Para que o <i>scrap</i> seja retirado, o tecido deve ser cortado, e como não se pode fazer emendas num mesmo rolo, um novo rolo deve ser iniciado após a retirada do material. Quando ocorre a produção de <i>scrap</i>, o Operador do <i>Wind-up</i> precisa estimar quando ele chegará no <i>wind-up</i>, e decidir, a partir do que já foi enrolado e da disponibilidade de metros no rolo de <i>liner</i>, quando fará o corte do tecido, seguindo ainda a recomendação de otimizar os rolos. Observamos que numa situação em que a calandragem precisou ser interrompida, já haviam sido calandrados 474 metros de tecido. O Operador do <i>Wind-up</i> observou o rolo de <i>liner</i> que estava sendo utilizado no enrolamento, e concluiu, baseado em sua experiência, que ele não seria suficiente para enrolar os metros de tecido em qualidade que ainda estavam no equipamento²⁵⁷, antes do material que deveria ser descartado. Nesse caso, o Operador do <i>Wind-up</i> afirma:</p> <p><i>"se tiver material bom quando acabar o liner eu tenho que cortar para não perder esse material... se [a calandra] tivesse parado nos 460 metros cabia tudo no liner" (Operador do Wind-up/Turno A).</i></p> <p>Em muitos casos, o Operador do <i>Wind-up</i> deve avaliar se vale a pena retirar o <i>scrap</i>, em função da quantidade de material perdido e da necessidade de iniciar um novo rolo. Quando são poucos metros de <i>scrap</i>, é preferível que o mesmo seja enrolado, para ser retirado no Corte, mesmo não sendo recomendado pelas Instruções de Trabalho. Mas segundo um operador, isso evita as perdas do início e fim dos rolos da etapa de Corte.</p>			

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Corrigir a qualidade do material	
LOCAL:	4 Rolos (arranque)	REFERÊNCIA:	EO.AR.1

²⁵⁷ Cerca de 100 metros.

Apesar dos ajustes do equipamento serem feitos antes do arranque, o ajuste final só é feito após o arranque, quando a calandra já encontra-se em funcionamento. Um 1º Operador afirma que mesmo fazendo os pré-ajustes:

"depois tenho que ajustar... quando liga os sensores então cá que eu vou fazer o ajuste, assim como o gap dos rolos 2/3... vou ter que fazer afinações... não quer dizer que o que pôr no início vai ser assim" (1º Operador/Turno C).

Logo após o arranque, o 1º Operador deve garantir que o material calandrado esteja dentro das especificações, para minimizar o *scrap*, conforme citado por um operador:

"[o mais difícil] é preparar a máquina... tentar ajustar o mais próximo da realidade que é para fazer menos scrap possível" (2º Operador/Turno D).

Para isso, logo após o arranque, os operadores observam o material à medida que ele sai dos rolos, para avaliar as suas características. Numa observação, um 1º Operador afirma após observar o tecido:

"[a borracha] não está muito apertada no tecido... ainda pode apertar mais um bocado" (1º Operador/Turno C).

O ajuste das facas de corte dos extremos também é feito com a calandra já em funcionamento. Observamos que um 1º Operador levanta a guia do banco, atuando no painel de comando para retirar a pressão das mesmas. Explica que essa estratégia é feita para que um pouco de composto fique por debaixo das guias, para que as mesmas não chiem. O 1º Operador afirma:

"isso não é parte de processo nenhum... isso são habilidades nossas" (1º Operador/Turno C).

ESTRATÉGIA OPERATÓRIA:		Operar os sistemas de controlo automático	
LOCAL:	4 Rolos (arranque)	REFERÊNCIA:	EO.AR.2
<p>Observamos que durante a troca de determinados produtos os 1º Operadores não fazem a mudança da receita no sistema de controlo do processo. Isso é feito para que não seja preciso parar a calandra, visto que o sistema não pode ser alterado com o equipamento em funcionamento. Além de otimizar o processo, essa estratégia minimiza o <i>scrap</i>. Segundo os operadores, isso é feito desde que a calandra foi instalada na unidade. Um 1º Operador afirma que com essa estratégia, consegue obter uma maior produtividade no processo:</p> <p><i>"[desse jeito] atinge um nível de eficácia da máquina muito alto" (1º Operador/Turno B).</i></p> <p>Outro 1º Operador afirma ainda:</p> <p><i>"se eu for trabalhar na norma não consigo fazer os 50.000 [metros] que eles consideram que eu faço" (1º Operador/Turno B).</i></p> <p>Para além dessa estratégia, observamos que os operadores também desenvolvem diversas estratégias para operar o sistema de controlo do processo. Isso porque muitas vezes não conseguem atingir os valores especificados para os produtos com o sistema em modo automático. Por isso, os operadores geralmente fazem o ajuste da calandra com o sistema em modo manual. Um 1º Operador, após retirar uma amostra do tecido calandrado para fazer o Auto-Controlo, afirma:</p>			

"Eu, a nível automático, não consigo fazer mais" (1º Operador/Turno A).

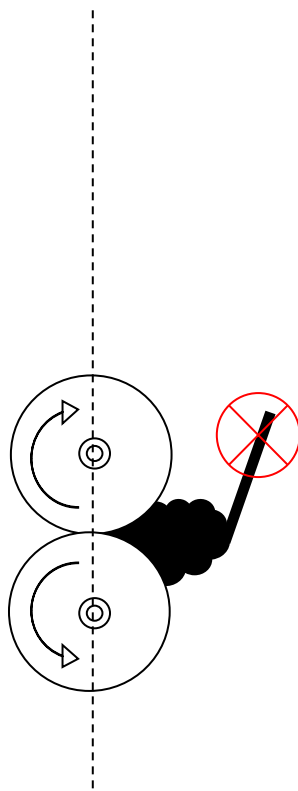
Outro operador relata que o sistema automático não aceita determinados valores do GAP:

"para colocar em valores negativos tem que ser no [modo] manual" (2º Operador/Turno D).

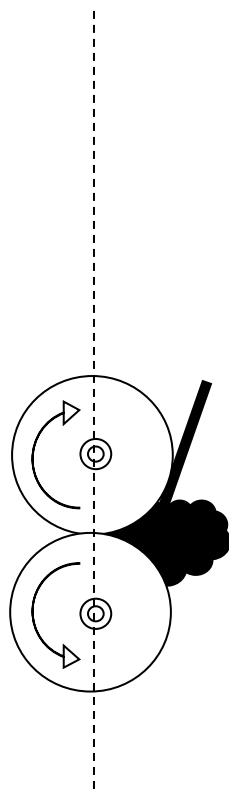
Página deixada propositadamente em branco.

Anexo 15

Lado da entrada da tira de composto no banco



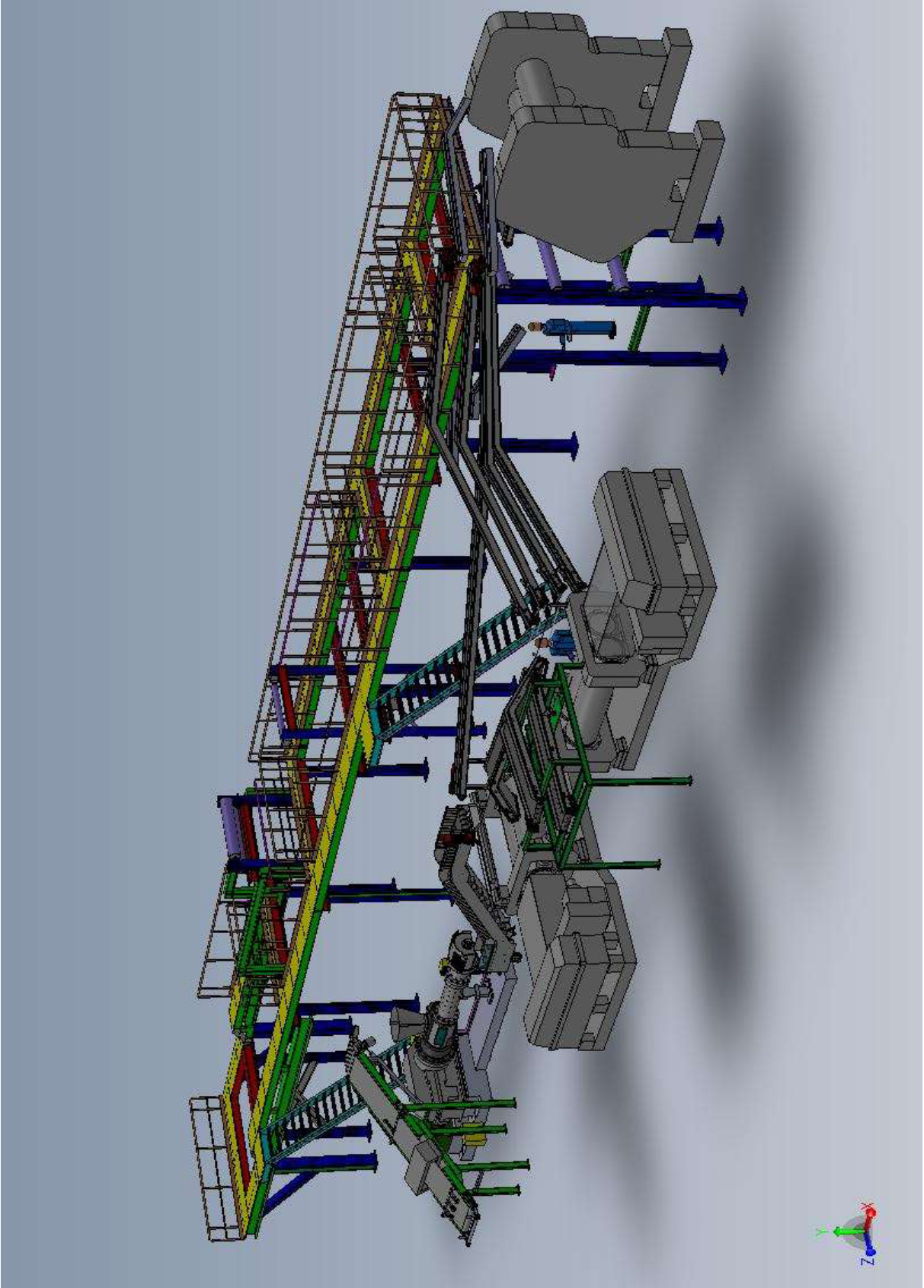
Lado errado da entrada da tira no banco

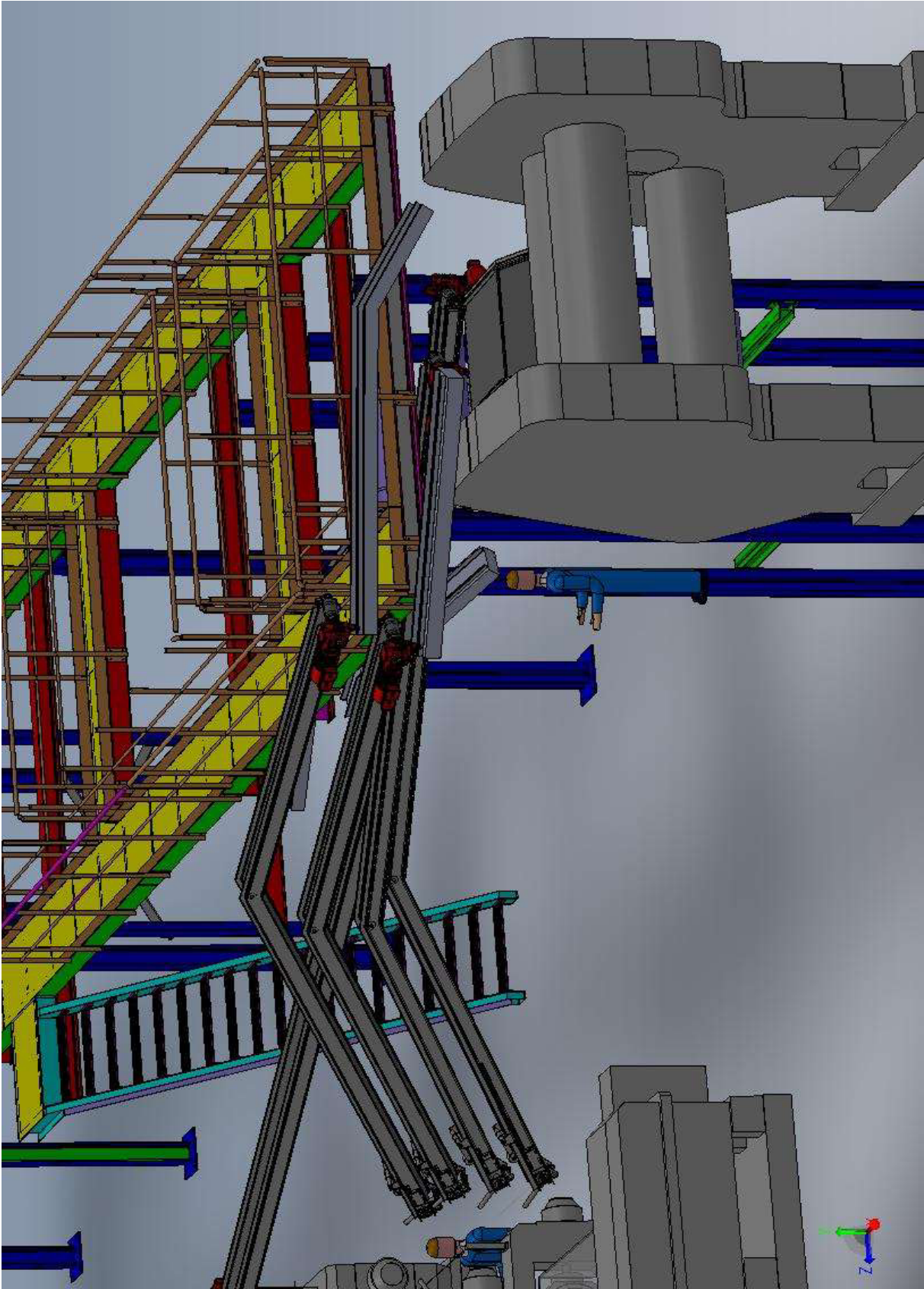


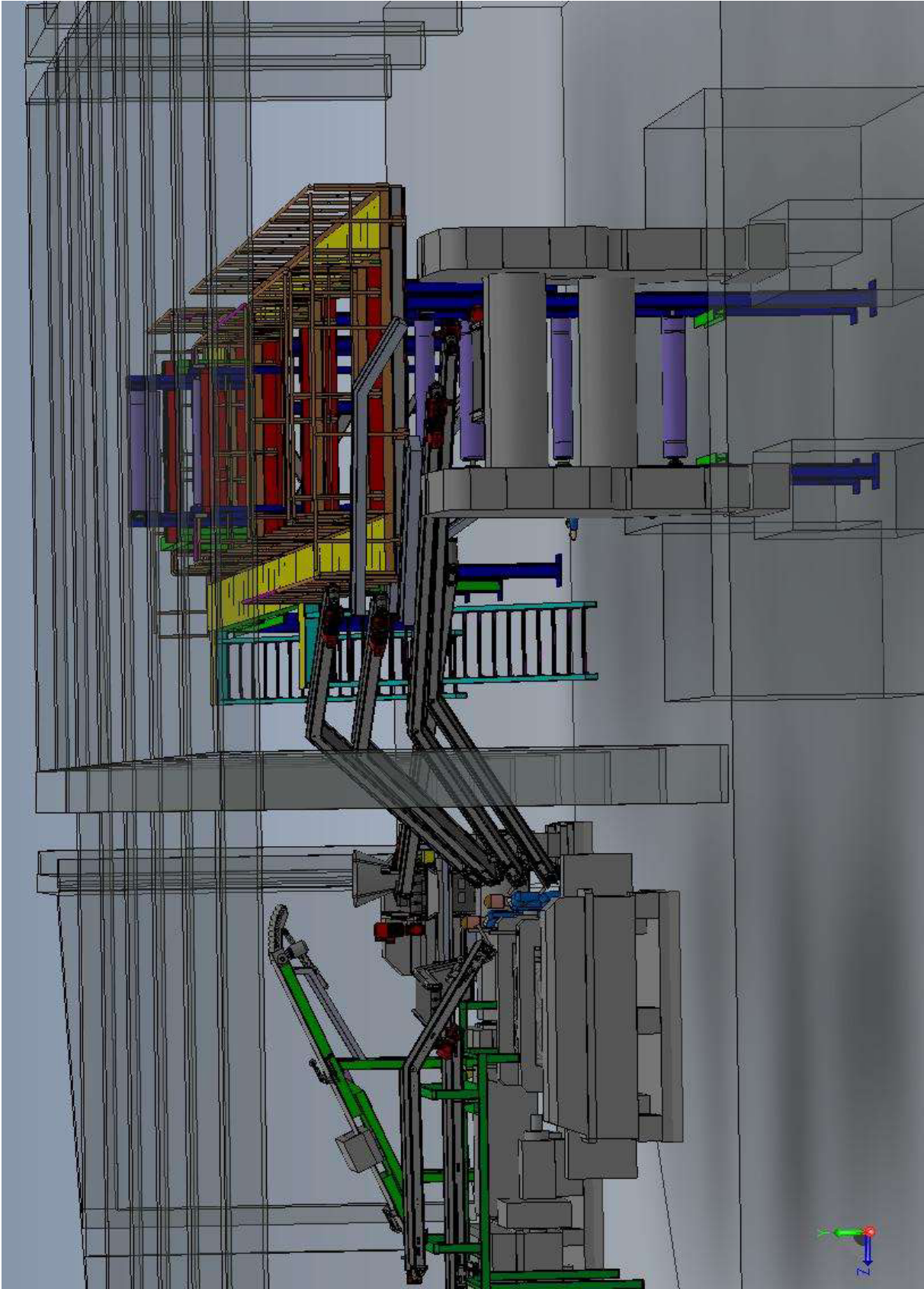
Lado correto da entrada da tira no banco

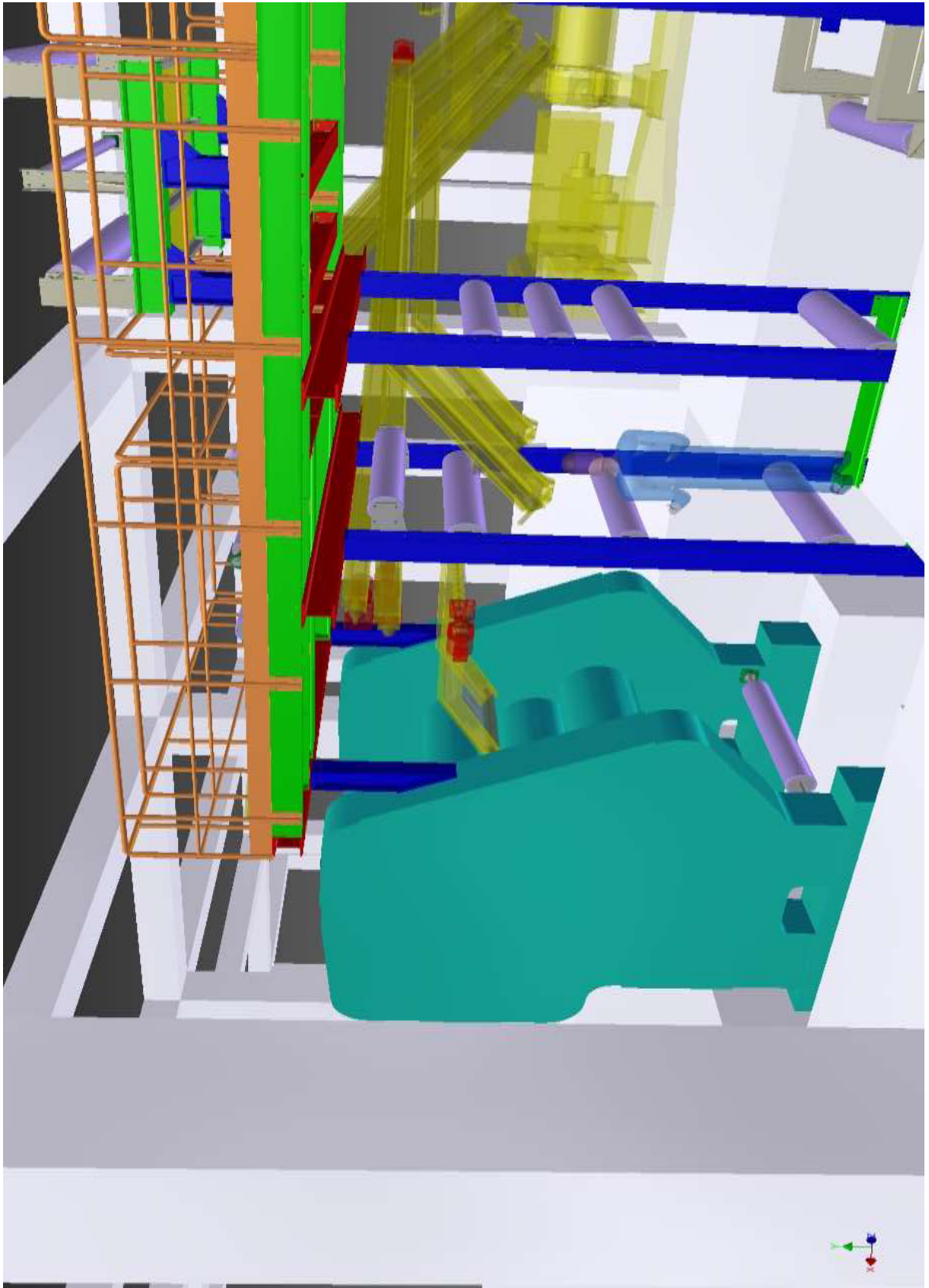
Anexo 16

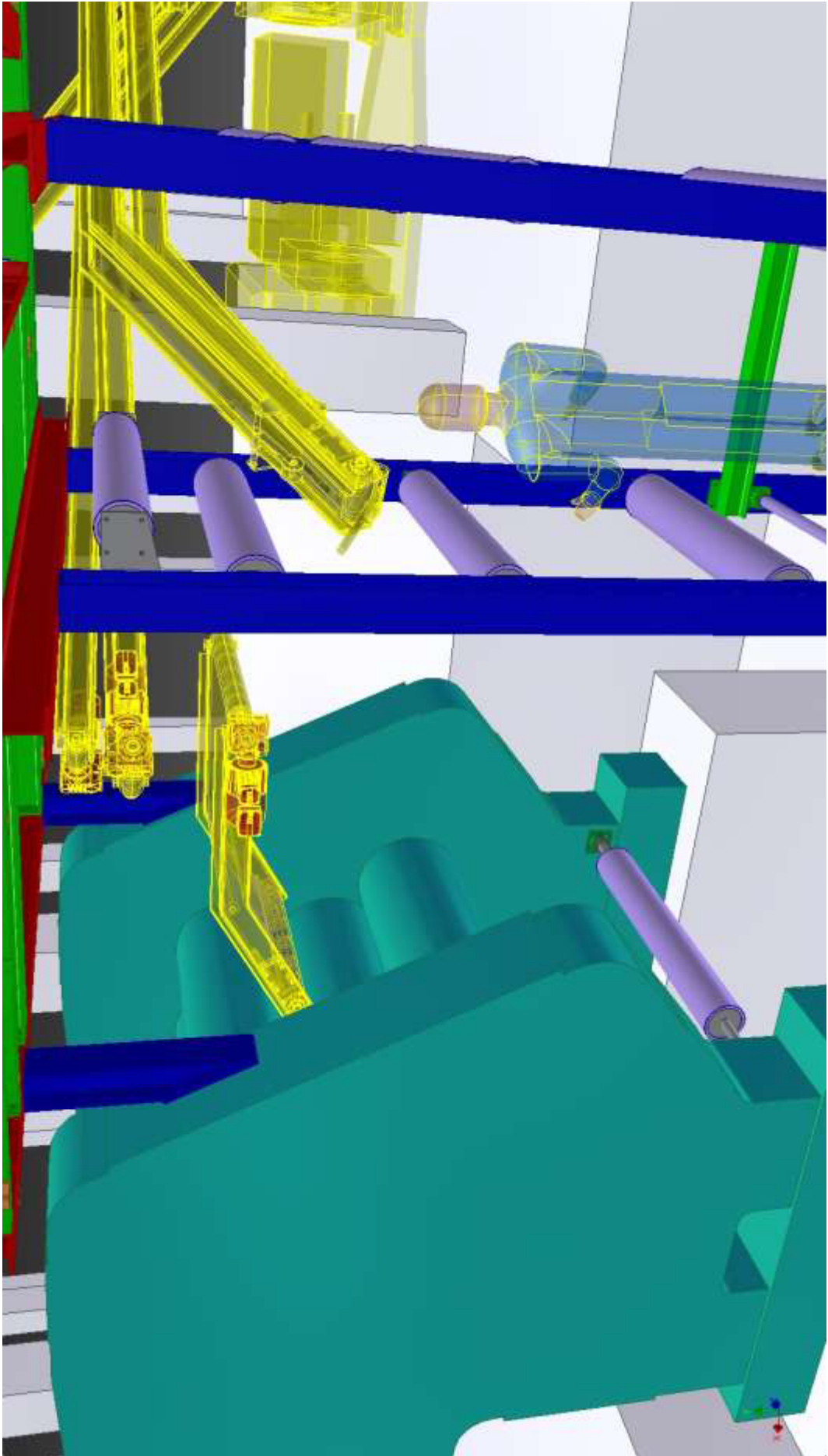
Desenhos da nova calandra de 4 rolos











*“Que o mundo compreendeu
E o dia amanheceu
Em paz”*

Valsinha, Chico Buarque