



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Rita Morais Meireles T3rrio Seixas

**Aplicação de Princ3pios *Lean Thinking* na
Melhoria de uma Linha de Produç3o de
Cablagens**

outubro de 2023



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Ana Rita Morais Meireles Tório Seixas

**Aplicação de Princípios *Lean Thinking* na
Melhoria de uma Linha de Produção de
Cablagens**

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações
– área de especialização em Avaliação e Gestão de Projetos e da
Inovação

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel

outubro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A conclusão da presente dissertação representa um marco significativo, tanto a nível pessoal quanto académico, no que respeita à área de Engenharia e Gestão de Operações. Durante esta jornada, tive a oportunidade de estabelecer uma ligação mais próxima com as exigências do mercado de trabalho e de ampliar os conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação académica. Nada disto teria sido possível sem o apoio e contribuições das pessoas que me acompanharam ao longo destes meses, pelo que expresso desde já os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta dissertação fosse concluída com sucesso.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao engenheiro António Matos pelo acolhimento inicial na Efacec, bem como estender os meus agradecimentos aos restantes membros da equipa do departamento de Qualidade.

Em segundo lugar, gostaria de expressar a minha profunda gratidão ao Rui Marinho, orientador do meu projeto na organização, pela sua dedicação, partilha de conhecimento e total disponibilidade ao longo de todo o percurso. Agradeço também ao engenheiro Hugo e ao Mota, que sempre se mostraram recetivos e prontos a ajudar, desempenhando um papel fundamental em manter a minha determinação perante os desafios enfrentados. Adicionalmente, devo um agradecimento ao engenheiro Luís Gomes, chefe do departamento de Engenharia Industrial, pela oportunidade proporcionada.

Não posso deixar de agradecer à Rita e ao Pedro por terem sido não apenas colegas de estágio, mas também companheiros e fontes de inspiração e motivação.

À minha orientadora académica, Professora Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, agradeço pelas orientações concedidas ao longo deste período e por nunca ter desistido de mim apesar de todas as adversidades vividas.

À minha família e aos meus amigos, com um especial destaque para a minha mãe, agradeço por serem o meu porto seguro e por estarem sempre presentes para mim.

Por último, mas definitivamente não menos importante, quero deixar um agradecimento muito especial ao meu namorado, por sempre acreditar em mim, por ser a minha força para seguir em frente e nunca desistir e por me inspirar a ser uma pessoa melhor todos os dias.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Aplicação de Princípios *Lean Thinking* na Melhoria de uma Linha de Produção de Cablagens

RESUMO

Enquadrada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho, esta dissertação apresenta o trabalho desenvolvido numa linha de produção de cablagens para o produto Normacel® 12, na unidade de negócio da Aparelhagem da Efacec. Os objetivos estabelecidos para este projeto visam a minimização dos desperdícios detetados, a redefinição do layout da linha de produção, a melhoria dos processos e da organização dos postos de trabalho, bem como o aumento da disponibilidade de informação presente nos mesmos, por meio da aplicação de princípios e ferramentas *Lean*. Estes objetivos convergem para um objetivo central: reduzir o tempo de ciclo da linha de produção para um valor máximo de 1 hora.

A metodologia de investigação utilizada foi a *Action-Research*, sendo que numa primeira fase se realizou uma análise crítica da situação "atual" da linha de produção de cablagens, a qual permaneceu inativa durante todo o período de estágio. Para contornar esta limitação, a abordagem mais apropriada para realizar esta análise e, posteriormente, validar as propostas de melhoria consistiu na condução de testes em toda a linha de produção. No decorrer dos mesmos, diversos problemas foram identificados, incluindo a ineficiência de certos procedimentos, a presença de instruções pouco detalhadas e específicas, o layout inadequado da linha, a ausência de determinadas ferramentas e a ineficiência de outras, entre outros. Posto isto, algumas propostas de melhoria foram sugeridas, entre as quais: o aprimoramento de certos procedimentos de trabalho e das respetivas ajudas visuais, a melhoria e a introdução de ferramentas e a reorganização do layout.

Com as melhorias propostas e implementadas, embora não se tenha conseguido alcançar um tempo de ciclo igual ou inferior a 1 hora, estimou-se uma redução de 42% no tempo total de operação da linha, o que equivale a uma eficiência de 66% e a uma poupança em mão-de-obra de aproximadamente 51 030€ para o contrato em questão.

PALAVRAS-CHAVE

Cablagens, Gestão Visual, *Lean Production*, Melhoria Contínua, *Standard Work*

Applying Lean Thinking Principles to Improve a Cable Production Line

ABSTRACT

Within the scope of the Master's Degree in Operations Engineering and Management of the Department of Production and Systems at the University of Minho, this dissertation presents the work carried out on a cable production line for the Normacel® 12 product, at Efacec Power Solutions' switchgear business unit. The objectives set for this project aim to minimize the waste detected, redefine the layout of the production line, improve processes and the organization of workstations, as well as increase the availability of information present in them, through the application of Lean principles and tools. These objectives converge towards a central goal: reducing the production line's cycle time to a maximum of 1 hour.

The research methodology used was Action-Research, with the first stage being a critical analysis of the "current" situation of the cable production line, which remained inactive throughout the internship period. To overcome this limitation, the most appropriate approach for carrying out this analysis and subsequently validating the proposals for improvement was to conduct tests on the entire production line. During these tests, various problems were identified, including the inefficiency of certain procedures, the presence of poorly detailed and specific instructions, the inadequate layout of the line, the absence of certain tools and the inefficiency of others, among others. That said, some proposals for improvement were suggested, including: improving certain work procedures and the corresponding visual aids, improving and introducing tools and reorganizing the layout.

With the proposed and implemented improvements, although a cycle time of 1 hour or less was not achieved, a 42% reduction in the total operating time of the line was estimated, which is equivalent to an efficiency of 66% and a saving in labor of approximately 51030€ for the contract in question.

KEYWORDS

Wiring, Visual Management, Lean Production, Continuous Improvement, Standard Work

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	vi
Abstract.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiv
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação.....	5
2. Revisão Bibliográfica.....	6
2.1 <i>Lean Production</i>	6
2.1.1 Origem e Enquadramento.....	6
2.1.2 Pilares do <i>Toyota Production System</i>	7
2.1.3 Princípios <i>Lean Thinking</i>	9
2.1.4 Tipos de desperdícios.....	10
2.2 Metodologias e Ferramentas <i>Lean</i>	13
2.2.1 Metodologia 5S.....	14
2.2.2 <i>Standard Work</i>	16
2.2.3 <i>One Point Lesson</i>	17
2.2.4 Gestão Visual.....	18
2.2.5 <i>Kanban</i>	19
2.3 Reconfiguração de Layout.....	21
3. Apresentação do Grupo Efacec e do Produto em Estudo.....	23
3.1 Efacec.....	23
3.2 Efacec Aparelhagem.....	26
3.3 Gama Normacel® 12.....	27

4.	Descrição e Análise Crítica do Estado Atual	32
4.1	Descrição do Processo de Encomendas do Normacel® 12	32
4.2	Descrição do Processo de Produção do Normacel® 12	33
4.3	Linha de Produção de Cablagens.....	35
4.3.1	<i>Inputs e Outputs</i> da Linha.....	36
4.3.2	Etapas do Processo Produtivo.....	38
4.3.3	Desenvolvimento de Instruções Operacionais	39
4.3.4	Realização de Testes na Linha	47
4.3.5	Análise Crítica dos Resultados	62
4.3.6	Análise do Layout e de Aspetos Ergonómicos da Linha	70
4.3.7	Síntese dos Problemas Identificados	72
5.	Apresentação e Implementação de Propostas de Melhoria.....	74
5.1	Apresentação das Melhorias e Resultados Obtidos.....	74
5.1.1	Realização de Novos Testes na Linha.....	74
5.1.2	Aprimoramento das Instruções Operacionais.....	89
5.1.3	Proposta de Layout.....	93
5.1.4	Outras Sugestões	95
6.	Considerações Finais	100
6.1	Conclusões	100
6.2	Trabalho Futuro	102
	Referências Bibliográficas	103
	Apêndices	106
	Apêndice 1 – Fio de cobre (Desperdício + Gastos) – Antes das melhorias.....	106
	Apêndice 2 – Fio de cobre (Desperdício + Gastos) – Depois das melhorias	108
	Apêndice 3 – Cálculos Redução Temporal Percentual	110
	Apêndice 4 – Tabela Resumo Tempos de Operação Antes e Depois das Melhorias	111
	Apêndice 5 – Cálculos Poupança Mão-de-Obra.....	112
	Apêndice 6 – OPL (Modo de utilização da pistola de ar quente)	113
	Anexo 1 – Lista Cablagens CBT014	114
	Anexo 2 – Lista CBT014 KOMAX.....	124
	Anexo 3 – A Nave Fabril OPF	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - As cinco fases do modelo Action-Research (adaptado de O'brien, 1988)	4
Figura 2 - Casa TPS (Liker, 2010)	8
Figura 3 - Os cinco princípios Lean Thinking	9
Figura 4 - Muda, Mura, Muri vs. situação ideal (retirado de Lean Institute Brasil)	11
Figura 5 - Casa Toyota Way 2001 (Liker, 2010)	13
Figura 6 - Exemplo OPL (retirado de Kaizen Coach International)	18
Figura 7 - Áreas e unidades de negócio da Efacec	24
Figura 8 - Presença da Efacec no mundo (Efacec, 2019).....	24
Figura 9 - Polo Industrial da Arroteia (Mapa e vista aérea) (Efacec, 2017)	25
Figura 10 - Dimensões e elementos base de uma cela Normacel® 12 (Marinho, 2015)	28
Figura 11 - Condutor elétrico	29
Figura 12 - Caminhos dos chicotes elétricos.....	30
Figura 13 - Processo de Encomenda	33
Figura 14 - Linhas de produção Normacel® 12.....	33
Figura 15 - Planta Nave Fabril OPF	34
Figura 16 - Processo Produtivo Normacel® 12	35
Figura 17 - KOMAX.....	37
Figura 18 - Inputs e Outputs da linha de produção de cablagens	37
Figura 19 - Processo Produtivo Cablagens.....	38
Figura 20 - Tarefas em tempos de espera	39
Figura 21 - SwitchIT (Página Inicial)	46
Figura 22 - Posto de Trabalho 1	48
Figura 23 - Posto de Trabalho 2.....	50
Figura 24 - Posto de Trabalho 3.....	52
Figura 25 - Posto de Trabalho 4.....	53
Figura 26 - Posto de Trabalho 5.....	56
Figura 27 - Ferramenta para suporte de fichas (Creo Parametric)	56
Figura 28 - Ferramenta para suporte de fichas.....	57
Figura 29 - Posto de Trabalho 6.....	58
Figura 30 - Posto de Trabalho 7	60
Figura 31 - Posto de Trabalho 8.....	61

Figura 32 - Ferramenta para posicionamento dos cabos.....	61
Figura 33 - Layout da linha de produção de cablagens	70
Figura 34 - Linha de produção de cablagens	71
Figura 35 - Excerto fio preto de secção 2,5 mm ²	75
Figura 36 - Etiquetas caixas	75
Figura 37 - Máquina de descarte e cravação de ponteiros.....	76
Figura 38 - Ferramenta para auxílio na abertura dos marcadores TR	78
Figura 39 - Lista fornecida para a cravação de terminais	81
Figura 40 - Lista fornecida para a cravação de ponteiros duplas	83
Figura 41 - Ferramenta para suporte de fichas com base inclinada.....	85
Figura 42 - Ficha Fd (Feixe 4)	86
Figura 43 - Ficha Fp (Feixe 5)	86
Figura 44 - Ficha Ft (Feixe 6)	86
Figura 45 - Placa de montagem de cablagem.....	87
Figura 46 - Ferramenta para posicionamento dos cabos.....	89
Figura 47 - Proposta de novo layout para linha de produção de cablagens.....	94
Figura 48 - Feixes 8 e 14 (Exemplo).....	97
Figura 49 - Mola de cabelo (experimental).....	97
Figura 50 - Mola industrial	97
Figura 51 - Kanban.....	98
Figura 52 - Estante artigos kanban da linha de produção de cablagens.....	98
Figura 53 - Ponto de recolha kanban.....	99
Figura 54 - Planta Nave Fabril OPF	134

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Características das celas Normacel® 12	27
Tabela 2 - Cores e secções dos condutores.....	29
Tabela 3 - Lista de acessórios utilizados nas cablagens	31
Tabela 4 - Instruções Operacionais	40
Tabela 5 - Prós e Contras das IO.....	47
Tabela 6 - Artigos PT 1	49
Tabela 7 - Excerto ficheiro Excel (Anexo 1)	49
Tabela 8 - Artigos PT 2	50
Tabela 9 - Excerto ficheiro Excel (Anexo 1)	51
Tabela 10 - Artigos PT 4	54
Tabela 11 - Excerto ficheiro Excel (Anexo 1)	54
Tabela 12 - Excerto ficheiro Excel (Anexo 1)	55
Tabela 13 - Artigos PT 5	57
Tabela 14 - Artigos PT 6	59
Tabela 15 - Artigos PT 7	60
Tabela 16 - Artigos PT 8	62
Tabela 17 - Tempos PT 1.....	63
Tabela 18 - Desperdício de fio de cobre	63
Tabela 19 - Tempos PT 2.....	64
Tabela 20 - Tempos PT 3.....	65
Tabela 21 - Tempos PT 4.....	66
Tabela 22 - Tempos PT 5.....	66
Tabela 23 - Tempos PT 6.....	67
Tabela 24 - Tempos PT 7.....	68
Tabela 25 - Tempos PT 8.....	68
Tabela 26 - Síntese dos problemas identificados, consequências e tipos de desperdício.....	73
Tabela 27 - Tempos PT1.....	76
Tabela 28 - Desperdício de fio de cobre	77
Tabela 29 - Tempos PT 2.....	79
Tabela 30 - Tempos PT 3.....	79
Tabela 31 - Tempos PT 4.....	80

Tabela 32 - Tempos PT 5.....	82
Tabela 33 - Tempos PT 6.....	83
Tabela 34 - Tempos PT 6.....	84
Tabela 35 - Tempos PT 8.....	88
Tabela 36 - IO melhoradas.....	90
Tabela 37 - Distribuição dos feixes/cablagens na linha dos CBT	96
Tabela 38 - Total de fio de cobre + custos associados	107
Tabela 39 - Cálculos auxiliares.....	108
Tabela 40 - Total de fio de cobre + custos associados	109
Tabela 41 - Tempos de operação totais - antes versus depois das melhorias	111
Tabela 42 - Cablagens (Feixes 1-2)	114
Tabela 43 - Cablagens (Feixes 3-4)	115
Tabela 44 - Cablagens (Feixes 5-6)	116
Tabela 45 - Cablagens (Feixes 7-9)	117
Tabela 46 - Cablagens (Feixes 10-11)	118
Tabela 47 - Cablagens (Feixes 12-13)	119
Tabela 48 - Cablagens (Feixes 14-16)	120
Tabela 49 - Cablagens (Feixes 17-18)	121
Tabela 50 - Cablagens (Feixes 19-22)	122
Tabela 51 - Cablagens (Feixes 23-25)	123
Tabela 52 - Cablagens (Feixes 1-2)	124
Tabela 53 - Cablagens (Feixes 3-4)	125
Tabela 54 - Cablagens (Feixes 5-6)	126
Tabela 55 - Cablagens (Feixes 7-9)	127
Tabela 56 - Cablagens (Feixes 10-11)	128
Tabela 57 - Cablagens (Feixes 12-13)	129
Tabela 58 - Cablagens (Feixes 14-16)	130
Tabela 59 Cablagens (Feixes 17-18)	131
Tabela 60 Cablagens (Feixes 19-22)	132
Tabela 61 - Cablagens (Feixes 23-25)	133

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AMT – Alta e Média Tensão

CAD – *Computer Assisted Design*

CBT – Compartimento de Baixa Tensão

ETO – *Engineering-to-Order*

EWA – *Ergonomic Workplace Analysis*

FAT – *Factory Acceptance Test*

FNC – Ficha de Não Conformidade

IO – Instrução Operacional

MDO – Mão-de-Obra

MT – Média Tensão

OPF – *One Piece Flow*

OPL – *One Point Lesson*

PLA – Políácido Láctico

PME – Pequenas e Médias Empresas

PT – Posto de Trabalho

QMT – Quadro de Média Tensão

SAK – *Standard Assembly Kit*

SOP – *Standard Operating Procedures*

TI – Transformador de corrente

TPS – *Toyota Production System*

TR – Termo Retrátil

TT – Transformador de tensão

UN – Unidade de Negócio

WIP – *Work in progress*

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação enquadra-se no âmbito do mestrado em Engenharia e Gestão de Operações – área de especialização em Avaliação e Gestão de Projetos e da Inovação da Universidade do Minho. Este trabalho foi desenvolvido na Efacec Power Solutions, SGPS, S.A, empresa que será devidamente apresentada no terceiro capítulo. Neste primeiro capítulo é feito um enquadramento geral que, entre outros, explicita a necessidade e a pertinência da elaboração deste projeto, sendo ainda apresentados os objetivos do mesmo, a metodologia de investigação utilizada e, por fim, a estrutura do documento.

1.1 Enquadramento

No atual contexto de um mercado globalizado e altamente competitivo, as empresas do setor industrial vêm-se obrigadas a adotar estratégias que lhes permitam enfrentar os constantes desafios que lhes são impostos. Essencialmente, estas organizações procuram melhorar a sua performance, aumentar a eficiência dos seus processos e reduzir os custos, a fim de se manterem competitivas e atenderem às exigências dos clientes (Pereira et al., 2016). Nesse sentido, o *Lean Manufacturing* tem-se destacado como um sistema avançado de fabricação que visa melhorar a produtividade, maximizar a qualidade e eliminar os desperdícios (Henao et al., 2019).

A filosofia *Lean* teve a sua origem no pós-II Guerra Mundial, período no qual a escassez de recursos e o fenómeno da concorrência fizeram com que a empresa japonesa Toyota desenvolvesse um sistema de produção focado na eficiência e na eliminação de desperdícios, o qual foi batizado como *Toyota Production System* (TPS) (Cavaglieri & Juliani, 2016). Essa abordagem ficou conhecida como *Lean Production*, *Lean Manufacturing* ou simplesmente *Lean* no livro "*The Machine That Changed the World*", escrito por Womack, Jones e Roos (1990).

O principal objetivo desta filosofia consiste em minimizar continuamente o desperdício para maximizar o fluxo. Ser *Lean* implica, portanto, um esforço contínuo para atingir um estado caracterizado por um desperdício mínimo e um fluxo máximo (Womack et al., 1990).

Dito por outras palavras, o TPS é um sistema de gestão focado em "fazer mais com menos" através da eliminação de sete tipos de desperdícios: sobreprodução, esperas, transporte, sobreprocessamento, inventário, deslocações e defeitos. Adicionalmente, surgiu um oitavo desperdício, o qual consiste na perda associada ao não aproveitamento das capacidades e criatividade dos colaboradores, pela falta de envolvimento dos mesmos (Magalhães et al., 2019).

Por trás desta metodologia de gestão tem-se o *Lean Thinking* (Womack & Jones, 2003), o qual se baseia em cinco princípios: identificação do valor, mapeamento do fluxo de valor, criação de um fluxo de trabalho contínuo, estabelecimento de um sistema de produção puxada e perseguição da perfeição. Estes princípios fornecem uma estrutura para aprimorar a gestão e o controlo da produção, otimizando tanto os aspetos operacionais quanto a utilização eficiente dos recursos.

No caso da Efacec Aparelhagem, – unidade de negócio (UN) onde foi desenvolvida a presente dissertação – esta tem uma grande responsabilidade em acompanhar o crescimento do mercado mantendo a principal característica que a distingue da concorrência, a alta customização do produto. Esta particularidade implica que todo o processo de design, engenharia e produção seja único para cada uma das diferentes encomendas. Dito isto, este projeto assenta numa encomenda de quatro variantes de celas da gama Normacel® 12, feita por um dos maiores clientes da UN.

O processo produtivo deste tipo de celas é realizado em três linhas de produção distintas: a linha de cablagens, a linha de compartimentos de baixa tensão (CBT) e a linha de celas de média tensão (MT). O foco deste trabalho será, no entanto, a análise de uma dessas três linhas: a linha de produção de cablagens. Dado que, no passado, esta linha era operada por uma empresa subcontratada e que atualmente se encontra inativa, o conhecimento existente sobre o modo de funcionamento da mesma era bastante limitado quando se iniciou o projeto. Atualmente, a UN encontra-se num período de mudança, tendo em vista o progresso e a melhoria nos processos fabris. Posto isto, existe a ambição de que esta linha de produção seja operada por funcionários da própria empresa, surgindo assim a necessidade de estudar a mesma e, com esta, a pertinência deste projeto.

Assim sendo, com a realização deste trabalho pretende-se inicialmente a identificação de fontes de desperdício ao longo do processo produtivo e, posteriormente a essa análise, a implementação de melhorias e soluções através da aplicação dos princípios *Lean Thinking* acima referidos, bem como de ferramentas e técnicas características desta filosofia.

1.2 Objetivos

Tal como foi referido na secção anterior, este projeto incidirá sobre a linha de produção de cablagens para a gama de produtos Normacel® 12, celas para quadros de média tensão que serão posteriormente abordadas. Assim sendo, o principal objetivo passa por melhorar o desempenho desta linha na sua configuração atual, nomeadamente, através de:

- Melhoria de processos;

- Introdução de novos métodos e ferramentas;
- Melhoria da qualidade da informação disponibilizada nos diferentes postos de trabalho, de modo a torná-la mais inteligível para os operadores;
- Redução de tempos de operação, de modo a diminuir os tempos de espera da linha de produção subsequente;
- Alcance de uma meta de produção de 8 celas Normacel® 12 por dia, o que implica um tempo de ciclo igual ou inferior a 1 hora.

Para além disso, ao longo deste projeto será tida também em consideração a melhoria das condições de trabalho, um fator cada vez mais importante quando se trata de manter os operadores motivados, comprometidos e alinhados com os objetivos da empresa, traduzindo-se em benefícios para ambas as partes.

Em último caso, caso se mostre necessário e mais pertinente, existe também a possibilidade e a liberdade de sugerir uma configuração alternativa para a linha.

De uma forma geral, isto é, falando do processo de produção como um todo (produção de cablagens, produção de CBT e produção de celas MT) pretende-se:

- Aumentar a produtividade das linhas;
- Flexibilizar o processo de reconfiguração das linhas tornando-as aptas a produzir uma maior variedade de produtos;
- Simplificar o processo de produção;
- Tornar o funcionamento das linhas mais fiável e seguro.

1.3 Metodologia de investigação

O primeiro passo para elaborar uma dissertação bem estruturada e fundamentada passa pela realização de uma pesquisa exaustiva e criteriosa, nomeadamente, ao nível de artigos científicos, revistas, livros, relatórios, teses, entre outros. No que diz respeito ao presente projeto, esta pesquisa deverá incidir sobre os temas de *Lean Production*, os princípios que estão na base desta filosofia e as ferramentas e técnicas mais adequadas a serem aplicadas no caso específico de uma linha de produção com um elevado grau de customização. No decorrer desta pesquisa é feito o levantamento das informações consideradas

relevantes para a aquisição do conhecimento necessário à elaboração do projeto de uma forma rentável, isto é, de maneira a acrescentar valor a ambas as partes intervenientes.

Aliada a esta pesquisa detalhada recorreu-se também à metodologia Investigação-Ação (*Action-Research*), desenvolvida por Kurt Lewin e que se traduz diretamente em "*learning by doing*". Esta é a metodologia que melhor se adequa ao trabalho que irá ser realizado, uma vez que o seu principal foco é a resolução de problemas reais. De acordo com Susman (1983), o modelo *Action-Research* envolve um ciclo de cinco fases: diagnóstico, planeamento de ações, implementação de ações, avaliação dos resultados e especificação de aprendizagem (Figura 1). No último ponto, o problema é reavaliado e inicia-se outro ciclo, repetindo-se o processo até que o problema se encontre solucionado (O'brien, 1988).



Figura 1 - As cinco fases do modelo Action-Research (adaptado de O'brien, 1988)

Seguindo esta metodologia, a fase de diagnóstico consistiu na revisão e compreensão do funcionamento da linha no seu estado "atual", de maneira a identificar os desperdícios e problemas existentes. De seguida, na fase de planeamento de ações, foram estudadas as possíveis oportunidades de melhoria, bem como a forma como estas poderiam ser implementadas, através do uso de algumas ferramentas *Lean*. Na fase de implementação de ações, algumas das melhorias propostas anteriormente foram validadas e foi construído um plano para a implementação das mesmas ao longo do processo de fabrico. A fase de avaliação dos resultados consistiu na comparação entre os valores iniciais e os valores constatados após a implementação das melhorias, seguindo-se de uma análise crítica dos mesmos. Finalmente, na fase de aprendizagem foi feito o apuramento de todos os conteúdos aprendidos ao longo

do projeto, e foram também apresentadas propostas de trabalho futuro para propostas que não puderam ser implementadas em tempo útil e/ou assuntos relevantes para dar continuidade ao projeto.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se organizada em seis capítulos, tendo este primeiro capítulo o intuito de mostrar o propósito e a relevância deste projeto, explicitando as razões para a necessidade de realização do mesmo, quais os seus objetivos e qual a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento.

No segundo, é feita uma breve revisão bibliográfica dos temas e conceitos que suportaram a realização da presente dissertação.

No terceiro capítulo, faz-se uma apresentação geral da empresa, seguida de uma descrição mais detalhada da UN onde este projeto foi realizado bem como do produto que foi alvo de estudo.

No quarto, é feita uma descrição e análise crítica do processo produtivo atualmente existente para o produto Normacel® 12 e, mais pormenorizadamente, da linha de produção de cablagens, a qual foi o foco do presente projeto.

Para as situações destacadas na análise crítica, foram sugeridas propostas de melhoria conforme as necessidades, as quais são desenvolvidas ao longo do capítulo 5.

No sexto e último capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho realizado, assim como algumas sugestões de trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica relativamente aos principais conceitos e temas abordados ao longo do desenvolvimento do presente projeto, e os quais serviram como base teórica para a concretização do mesmo. Inicialmente é feita uma breve contextualização sobre a filosofia *Lean Production*, salientando-se alguns tópicos tais como a sua origem, os pilares do *Toyota Production System*, os princípios do *Lean Thinking* e os tipos de desperdícios. De seguida, são destacadas algumas das ferramentas *Lean* que se revelaram mais pertinentes no âmbito desta dissertação, incluindo: 5S, *Standard Work*, *One Point Lesson*, Gestão Visual e *Kanban*.

2.1 *Lean Production*

O conceito de *Lean Production* (ou *Lean Manufacturing*) tornou-se popular, em 1990, com a publicação do livro "*The Machine that Changed the World*" de Womack, Jones e Roos. Os principais objetivos desta metodologia consistem na minimização dos prazos de entrega e dos custos, bem como na obtenção de produtos de alta qualidade, através da eliminação de desperdícios. Womack e Jones debruçaram-se sobre este sistema de produção (*Lean*) tendo, anos mais tarde, apelidado a filosofia a este subjacente de *Lean Thinking*.

Apesar da sua nomenclatura, o termo *Lean Production* não se refere apenas ao processo de produção em si. É, na verdade, um sistema interconectado de práticas que engloba tanto os aspetos técnicos quanto os humanos, fundamentado por um conjunto de crenças e valores. As chamadas práticas "duras" correspondem às ferramentas e técnicas, enquanto as práticas "suaves" referem-se às dimensões humanas, que desempenham um papel igualmente vital na busca por um desempenho excepcional e sustentável a longo prazo (Taherimashhadi & Ribas, 2018).

2.1.1 Origem e Enquadramento

O *Lean Production* surge num período de crise económica, após a II Guerra Mundial, na empresa automóvel japonesa Toyota Motor Company, encontrando-se esta a lutar pela sua sobrevivência dado que enfrentava condições de negócio muito diferentes das suas principais concorrentes, a Ford Motor Company e a General Motors Company. O crescente mercado destas empresas norte-americanas impulsionava a adoção do modelo de produção em massa, onde o principal enfoque era a produção de grandes volumes com pouca variedade, ao menor custo possível. Em oposição, o mercado da Toyota no

Japão do pós-guerra era pequeno, no entanto, exigia uma grande variedade de veículos, pelo que se tornava impraticável para a empresa seguir o mesmo modelo.

De modo a dar resposta a esta situação e a satisfazer os seus clientes, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno começaram a desenvolver um novo modelo de produção, o qual viria a ser apelidado de *Toyota Production System* e, posteriormente, de *Lean Production* ou simplesmente *Lean* (Liker, 2010). De acordo com Krafcik (1988), a palavra *Lean* representa um sistema que requer menos recursos para criar os mesmos resultados que os sistemas tradicionais de produção em massa, oferecendo uma gama mais alargada de produtos. Assim, a chave para as operações da Toyota era a flexibilidade. Ao enfrentar este desafio, a empresa fez uma descoberta fundamental: quando se reduzem os prazos de entrega e se concentra a atenção em manter as linhas de produção flexíveis, obtém-se, de facto, uma maior qualidade, maior capacidade de resposta ao cliente, maior produtividade e uma melhor utilização do equipamento e do espaço. Esta descoberta tornou-se a base do sucesso da Toyota a nível mundial (Liker, 2010).

2.1.2 Pilares do *Toyota Production System*

O estabelecimento de um fluxo de produção contínuo em toda a organização ou na cadeia de abastecimento, bem como a capacidade de adaptação às variações na procura, tanto em termos de quantidade quanto de variedade, são alcançados por meio da aplicação de dois conceitos essenciais: *Just-in-Time* (JIT) e *Autonomation*. Estes dois conceitos constituem os pilares do *Toyota Production System*. O termo JIT traduz-se na produção apenas do necessário, na quantidade necessária e somente no momento necessário – não dando lugar à acumulação de *stocks*. Já o termo *Autonomation* (*Jidoka*, em japonês) pode ser interpretado como sendo um sistema de deteção e correção autónoma de defeitos (Monden, 2011).

Apresentando de forma mais detalhada este segundo fundamento do TPS e conforme defende o autor japonês Shigeo Shingo no seu livro "*A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint*", *Autonomation* refere-se à automação com um toque humano. Resulta da combinação das palavras "autónomo" e "automação", representando um conceito no qual uma máquina ou processo automatizado possui a capacidade de detetar problemas ou anomalias de forma autónoma, interrompendo imediatamente a produção. Isto permite que os operadores intervenham prontamente para resolver o problema, evitando a produção de peças defeituosas em grandes quantidades. Essencialmente, a *Autonomation* é uma abordagem que une a eficiência da automação com o olhar atento humano de forma a garantir a qualidade e a deteção precoce de problemas. Este pilar vai de

encontro aos princípios da filosofia *Lean*, onde o foco é a eliminação de desperdícios, a melhoria contínua e a busca pela eficiência sem comprometer a qualidade.

Em suma, estes dois princípios constituem o alicerce do TPS, permitindo um fluxo de produção otimizado, minimização de *stocks*, redução de desperdícios e assegurando padrões de qualidade intransigentes em todos os níveis operacionais (Shingo, 1989).

Adicionalmente, Monden (2011) refere dois conceitos também fundamentais para o TPS, os quais incluem mão-de-obra flexível, que implica a capacidade de ajustar o número de trabalhadores de acordo com as necessidades, e pensamento criativo, que significa capitalizar as sugestões dos trabalhadores.

Na Figura 2 encontra-se representada a casa TPS, seguindo-se algumas notas sobre a forma como esta surgiu e a maneira como a mesma se encontra estruturada.

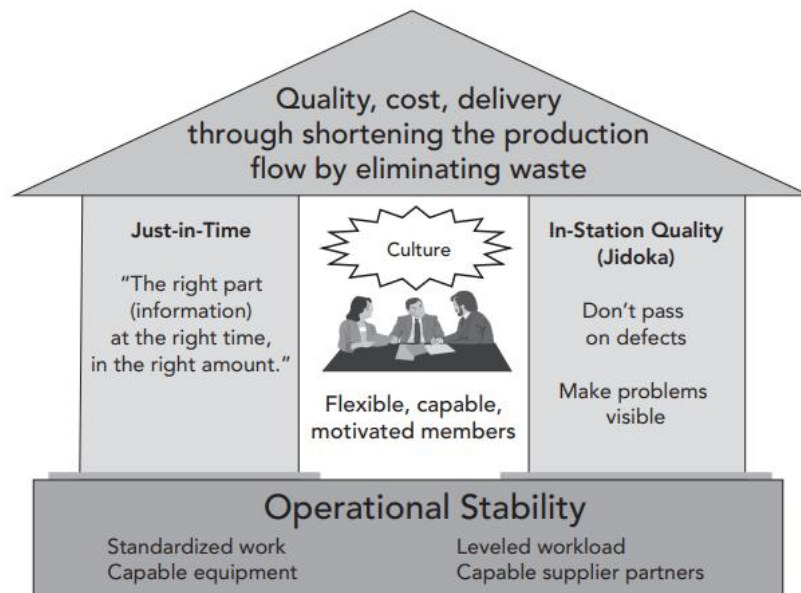


Figura 2 - Casa TPS (Liker, 2010)

Inicialmente, Taiichi Ohno sentia-se relutante em representar o *Toyota Production System* através de um desenho, pois acreditava que o TPS era uma entidade viva no chão de fábrica e não um conceito estático. No entanto, eventualmente concordou com a ideia de retratá-lo como uma casa, com dois pilares e uma base, uma estrutura que adquire força a partir da harmonia entre todas as partes integrantes. Os dois pilares, conforme já mencionado anteriormente, são fundamentais nessa analogia. Por outro lado, a base da casa representa a estabilidade operacional, a qual implica um fluxo de trabalho nivelado (*Heijunka*, em japonês) e processos normalizados. A obtenção de um fluxo de trabalho regular e estável é crucial para criar as condições propícias à implementação do fluxo *Just-In-Time* e para lidar com os problemas à medida que eles surgem. No centro da casa estão as pessoas: indivíduos flexíveis, capazes e motivados.

São esses colaboradores que se dedicam de maneira comprometida à melhoria contínua, constituindo o elemento central que impulsiona a progressão constante em direção à excelência (Liker, 2010).

2.1.3 Princípios *Lean Thinking*

A filosofia *Lean Thinking* foi introduzida pela primeira vez no livro "*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*", sendo esta descrita pelos autores como o "antídoto para o desperdício". Segundo Womack e Jones (2003), *Lean* é fazer mais com menos ("lean is doing more with less"). Isto implica utilizar o mínimo de esforço, energia, equipamento, tempo, espaço, materiais e capital – entregando aos clientes exatamente o que eles desejam. De um modo geral, observou-se que esta filosofia oferece uma abordagem voltada para a melhoria contínua dos processos, incorporando uma variedade de ferramentas e métodos para alcançar tais melhorias. De facto, a filosofia *Lean* envolve a eliminação de desperdícios e ações desnecessárias, além de conectar todas as etapas que contribuem para a criação de valor (Hicks, 2007).

De maneira a cumprir os objetivos supramencionados, foram descritos cinco princípios associados ao *Lean Thinking*, os quais são enumerados na Figura 3 sendo, posteriormente, devidamente elucidados.

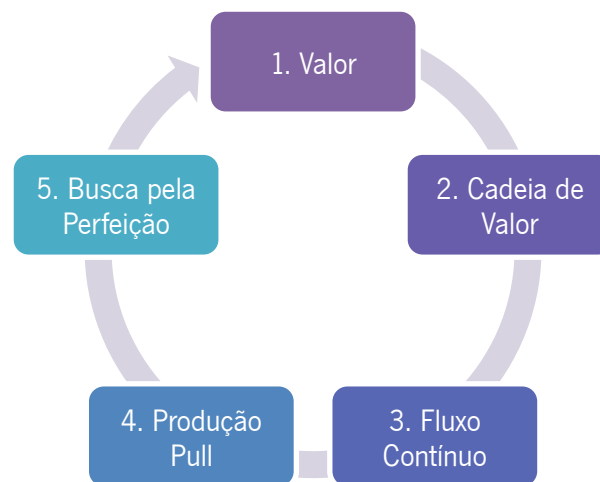


Figura 3 - Os cinco princípios *Lean Thinking*

- 1. Especificar o Valor.** Definir o valor com exatidão na perspectiva do cliente final em termos do produto específico com capacidades específicas oferecido num momento específico (Hicks, 2007).
- 2. Identificar a Cadeia de Valor.** Realizar o mapeamento do processo de maneira a distinguir entre atividades que acrescentam valor para o cliente e atividades que representam desperdício

e que não são estritamente necessárias, encontrando-se assim a cadeia de valor do produto (Cruz et al., 2020).

- 3. Fluxo contínuo.** Uma vez definida a cadeia de valor, todas as atividades que não acrescentam valor devem ser reduzidas ou eliminadas dado que constituem obstáculos ao fluxo do produto, impedindo que este seja rapidamente entregue ao cliente (Cruz et al., 2020).
- 4. Produção *pull*.** Conceber e fornecer o que o cliente pretende apenas quando o cliente o pretende (Hicks, 2007). Porque quando o cliente "puxa a produção", apenas o necessário será produzido e uma política de lotes e filas de espera, característica de uma produção empurrada, será transformada numa política *one piece flow* (OPF) (Cruz et al., 2020).
- 5. Busca pela perfeição.** Procurar incessantemente alcançar a melhoria contínua em todos os processos, removendo as sucessivas camadas de desperdício à medida que estas são descobertas (Hicks, 2007).

2.1.4 Tipos de desperdícios

De acordo com Womack e Jones (2003), desperdício é toda e qualquer atividade que consome recursos, mas não acrescenta valor ao produto ou serviço, devendo, por isso, ser reduzido ou, se possível, eliminado. Dito por outras palavras, é qualquer operação pela qual o cliente não está disposto a pagar.

As atividades podem ser divididas em três categorias: atividades com valor acrescentado (*value adding* – VA), atividades necessárias mas sem valor acrescentado (*necessary but non-value adding* – NNVA) e atividades não necessárias e sem valor acrescentado (*non-value adding* – NVA). Tanto as atividades NNVA como as NVA constituem desperdício, no entanto, apenas as últimas poderão ser totalmente eliminadas (Shou et al., 2020).

Muda, Mura e Muri (3Ms) são termos tradicionais japoneses para desperdício, inconsistência e sobrecarga, respetivamente. Explicitando cada um deles, *Muda* corresponde a tarefas e atividades específicas que não acrescentam valor ao sistema e/ou que conduzem a desperdícios; *Mura* é a variabilidade ou irregularidade introduzida na produção, quer em termos de quantidade quer de qualidade; *Muri* diz respeito a situações em que o sistema de produção, quer se trate de máquinas ou de trabalhadores, está a ser sobrecarregado para além da sua capacidade máxima (Radin Umar et al., 2023). Na Figura 4 encontram-se esquematizados cada um dos desperdícios anteriormente descritos, bem como uma representação visual daquela que seria a situação ideal.



Figura 4 - Muda, Mura, Muri vs. situação ideal (retirado de *Lean Institute Brasil*)

Ohno (1988) identificou 7 tipos de *Muda* encontrados em qualquer processo: sobreprodução, esperas, transportes, sobreprocessamento, inventário, movimentações e defeitos. O principal objetivo da filosofia *Lean* é mitigar ou eliminar, sempre que possível, cada um destes desperdícios. Passando a explicitar cada um deles:

- **Sobreprodução.** Produzir em quantidades superiores à procura existente ou antes do necessário, gerando desperdícios como excesso de pessoal e custos desnecessários de armazenamento e de transporte devido ao excesso de *stock* (Liker, 2010). Segundo Ohno (1988), este é o pior dos desperdícios dado que possui influência direta sobre os restantes;
- **Esperas.** Ocorre quando há períodos de inatividade num processo a jusante porque uma atividade a montante não foi entregue a tempo (Hicks, 2007). Isto pode ocorrer por uma série de razões, como atrasos no fornecimento de materiais, tempo ocioso de máquinas, enquanto aguardam aprovações ou informações, entre outros. Este tipo de desperdício pode ainda ser definido como o tempo em que um produto está à espera de ser processado, podendo estar a aguardar numa fila de espera, armazenado em *stock* ou retido numa etapa intermediária do processo produtivo (Ohno, 1988);
- **Transportes.** Deslocações desnecessárias de materiais, como por exemplo materiais em processamento (*work in progress* – WIP, em inglês), que são transportados de uma operação para outra. De forma geral, o transporte deve ser minimizado, uma vez que acrescenta tempo ao processo, durante o qual não é acrescentado qualquer valor ao produto, para além de que este pode sofrer danos durante o seu manuseamento (Hicks, 2007);

- **Sobreprocessamento ou processamento incorreto.** Tomar medidas desnecessárias para processar as peças. Processamento ineficiente devido à má concepção das ferramentas e/ou dos produtos, causando movimentos desnecessários e produzindo defeitos. O desperdício é gerado ao fornecer produtos de qualidade superior à necessária. Por vezes, é feito trabalho extra para preencher o tempo em excesso, em vez de o gastar à espera (Liker & Meier, 2006);
- **Inventário.** Acumulação excessiva de matéria-prima, WIP e/ou produtos acabados, podendo dar origem a produtos obsoletos ou danificados, bem como a custos extra de transporte e de armazenagem. Além disso, o excesso de inventário esconde problemas como desequilíbrios na produção, atrasos nas entregas dos fornecedores, defeitos, paragens de equipamento e longos tempos de *setup* (Liker, 2010);
- **Movimentações.** Movimentos extra realizados por parte de funcionários de modo a acomodar um layout ineficiente, defeitos, reprocessamento, sobreprodução ou excesso de inventário. Movimentações levam tempo e não acrescentam qualquer valor ao produto ou serviço (Hicks, 2007);
- **Defeitos.** Produtos ou serviços que não estão em conformidade com as especificações ou expectativas do cliente, resultando em insatisfação (Hicks, 2007). A reparação ou o retrabalho, a sucata, a produção de substituição e a inspeção despendem de tempo, esforço e custos adicionais (Liker, 2010).

Hicks (2007) descreve ainda um oitavo desperdício, o qual se refere ao não aproveitamento do potencial humano, isto é, a subutilização das ideias e contribuições criativas que têm como objetivo aprimorar processos e práticas, pela falta de envolvimento dos colaboradores. No livro *"The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer"*, Liker (2010) explica que este desperdício adicional não se ajusta perfeitamente à lista previamente delineada, dado que os sete tipos tradicionais de desperdícios são obstáculos ao fluxo e são facilmente observáveis, enquanto o desperdício da criatividade dos colaboradores é um conceito mais amplo e abstrato do que poderia ter sido alcançado. Ao longo do livro, o autor enfatiza a importância da melhoria contínua em todos os níveis de uma organização, visando a redução de desperdício nos processos. Além disso, ele explora como a Toyota promove e nutre a capacidade das pessoas para empregarem a sua criatividade de maneira construtiva.

2.2 Metodologias e Ferramentas *Lean*

O termo *Lean* está intimamente associado a uma filosofia de gestão baseada no conceito japonês *Kaizen*, o qual pode ser traduzido como mudança (*ka*) e bom (*zen*), significando "mudança para melhor". *Kaizen* é a essência da melhoria contínua, dado que constitui uma forma de pensar que encoraja todos os colaboradores a identificar onde e como podem ser feitas pequenas mudanças para beneficiar a empresa, a sua equipa ou o seu desempenho individual. Outro princípio da Toyota ligado à melhoria contínua é o *genchi genbutsu* que pode ser traduzido como o lugar onde o trabalho é feito ou onde é criado valor. O *gemba* é o chão de fábrica ou o local real onde as coisas acontecem, onde é possível realmente compreender como surgem os problemas e quais as suas causas (Chiarini et al., 2018).

De acordo com Liker, o valor do *genchi genbutsu* reside não apenas na ação de ir ao local e observar, mas na filosofia de compreender profundamente a situação atual antes de tomar decisões ou tentar implementar melhorias. Existem dois aspetos centrais associados a este princípio: em primeiro lugar, as decisões são baseadas em factos observados sobre a questão, e não em palpites, suposições ou perceções; em segundo lugar, as decisões devem ser delegadas às pessoas mais próximas do problema, aquelas que o presenciaram e têm um conhecimento profundo das suas causas, bem como do possível impacto das soluções propostas. São estas competências de compreensão profunda do *gemba*, de resolução de problemas à medida que estes ocorrem e de melhorar sistematicamente que fazem dos colaboradores o ativo mais valioso de uma empresa. Assim, as habilidades de pensamento científico do desafio, *kaizen* e *genchi genbutsu* estão integralmente ligadas ao respeito pelas pessoas e ao trabalho em equipa, conforme ilustrado na Figura 5 (Liker, 2010).

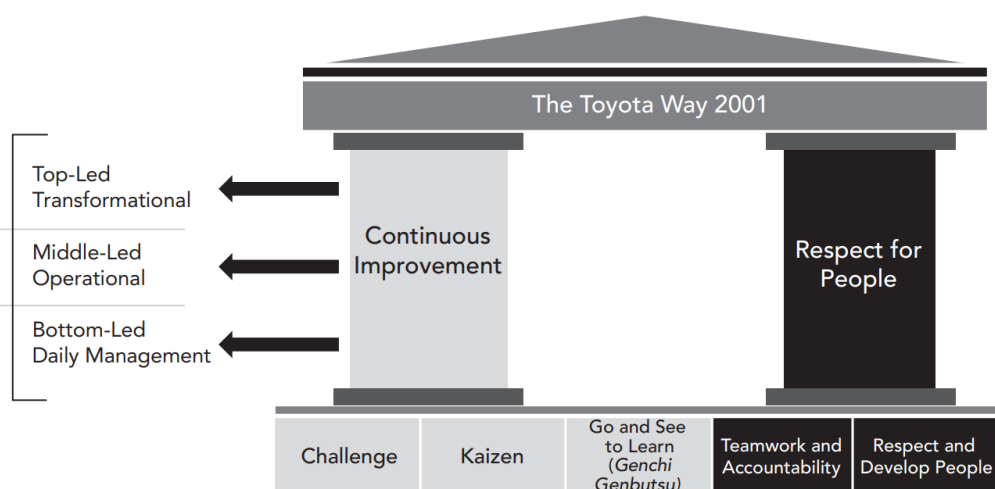


Figura 5 - Casa Toyota Way 2001 (Liker, 2010)

A produção *Lean* é suportada por um conjunto de metodologias, técnicas e ferramentas, pelo que se torna essencial possuir um conhecimento sólido e aprofundado das mesmas de forma a garantir uma implementação correta e eficaz. Assim sendo, nesta secção são apresentadas as metodologias e as ferramentas *Lean* que se mostraram mais relevantes para o desenvolvimento deste projeto.

2.2.1 Metodologia 5S

A metodologia 5S foi desenvolvida no Japão e foi formalmente introduzida no final da década de 1960 como sendo a fórmula para alcançar zero defeitos, redução de custos, melhorias na segurança e zero acidentes (Hirano, 1995).

Esta metodologia envolve um conjunto de passos relacionados entre si de forma progressiva, os quais consistem em cinco palavras japonesas começadas pela letra S: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso* (primeira etapa), *Seiketsu* e *Shitsuke* (segunda etapa). Estes podem ser descritos da seguinte forma (Imai, 1997):

- 1. *Seiri* (Separação).** Consiste na classificação dos itens presentes no *gemba* em duas categorias: necessários e não necessários, descartando-se os últimos. Usualmente, a equipa designada para esta tarefa coloca etiquetas *Red Tag* em todos os itens que consideram ser desnecessários. Itens que não apresentam uma razão para permanecer no *gemba*, sem uso futuro aparente ou que não tenham valor intrínseco deverão ser eliminados. Por outro lado, itens que não serão necessários nos próximos 30 dias, mas poderão ser necessários num determinado momento no futuro, deverão ser armazenados nos devidos locais. Este processo de triagem permite libertar espaço, aumentando a flexibilidade na utilização da área de trabalho;
- 2. *Seiton* (Organização).** Nesta fase, devem organizar-se todos os objetos restantes após a etapa anterior, pois estes poderão não ter qualquer utilidade caso sejam guardados demasiado longe do posto de trabalho ou num local onde não possam ser encontrados. De modo a evitar esta situação, os artigos devem ser classificados de acordo com a sua utilização e organizados de forma a minimizar o tempo e o esforço de procura. Para o efeito, cada artigo deve ter a sua localização específica, assim como cada espaço no *gemba* deve ser reservado para um artigo específico;
- 3. *Seiso* (Limpeza).** Esta etapa diz respeito à limpeza do ambiente de trabalho, incluindo máquinas e ferramentas, bem como o chão, as paredes e outras áreas do local de trabalho. Há um axioma que diz: *Seiso* é verificar, uma vez que um operador que limpa uma máquina pode encontrar muitas avarias. Assim, o processo de limpeza é também pertinente na medida em

que permite garantir a conformidade dos equipamentos, identificando-se mais facilmente anomalias que possam existir. Para além disso, um ambiente limpo traduz-se em qualidade e segurança;

4. *Seiketsu* (Padronização). Nesta etapa é essencial criar sistemas e procedimentos normalizados de forma a garantir o cumprimento e, essencialmente, a continuidade dos três primeiros S's. O comprometimento, o apoio e o envolvimento da gestão de topo com esta ferramenta torna-se imperativo. Os gestores devem determinar a frequência das atividades de *Seiri*, *Seiton* e *Seiso* e quem deve estar envolvido, devendo esta prática tornar-se parte do calendário de planeamento anual;

5. *Shitsuke* (Disciplina). Esta etapa é focada em manter e aprimorar os padrões estabelecidos nas etapas anteriores. O objetivo é criar uma cultura organizacional na qual os princípios dos 5S sejam continuamente praticados e incorporados na rotina diária de todos os membros da equipa. A autodisciplina é uma parte fundamental dos 5S, pois assegura que os ganhos obtidos com a implementação das etapas anteriores não se percam com o tempo. Ao criar uma cultura de disciplina e constância, a organização irá usufruir de alguns benefícios, como maior produtividade, segurança aprimorada, eficiência operacional e um ambiente de trabalho mais agradável.

Imai (1997) definiu ainda cinco formas de avaliar o nível de 5S em cada fase:

- Autoavaliação;
- Avaliação por um consultor especializado;
- Avaliação por um superior;
- Uma combinação das anteriores;
- Competição entre grupos do *gemba* (selecionar o melhor e o pior, atribuindo um prémio ou outro tipo de reconhecimento ao primeiro como forma de incentivo).

Implementar os 5S numa organização não é uma tarefa simples, dado que esta metodologia é muitas vezes subestimada e desvalorizada devido à sua simplicidade. Assim, a sua adoção envolve a mudança de pensamento e comportamento por parte de todos, o que exige foco e determinação (Napoleão, 2018). No entanto, uma vez implementada, os benefícios desta metodologia tornam-se visíveis. Um local de trabalho bem organizado proporciona um ambiente de produção seguro e eficiente, o que aumenta a

moral dos funcionários, promove o sentimento de propriedade, o orgulho no trabalho e a apropriação das responsabilidades (Hirano, 1995).

2.2.2 *Standard Work*

O *Standard Work* (ou Trabalho Normalizado) é um método utilizado na produção *Lean* e que foi desenvolvido em 1950 por Taiichi Ohno. Segundo este autor, "onde não há um padrão, não poderá haver melhorias" (Ohno, 1988).

Passando a explicitar, o trabalho normalizado consiste num conjunto de procedimentos de trabalho que têm como objetivo estabelecer os melhores métodos e sequências para cada processo e para cada trabalhador. Deste modo, este método procura maximizar a performance dos trabalhadores ao mesmo tempo que minimiza os desperdícios (Productivity Press Development Team, 2002). De acordo com Monden (2011), o trabalho normalizado é composto por três elementos-chave:

- ***Standard cycle time (Tempo de ciclo normalizado)***: tempo de ciclo para a produção de um produto do início ao fim, de modo a responder à procura do mercado. Assim sendo, este deverá ser igual ou inferior ao *takt time* – o qual nos diz de quanto em quanto tempo o mercado pede, em média, uma unidade do produto em causa;
- ***Standard work sequence (Sequência de trabalho normalizada)***: conjunto de tarefas que são sequenciadas da forma mais lógica e mais segura de realizar o trabalho, sendo estas executadas por cada operador de forma repetida e consistente ao longo do tempo;
- ***Standard work-in-process inventory (WIP) (Inventário normalizado)***: quantidade mínima de *stock* que deve ser mantida de forma a evitar paragens ou interrupções no fluxo de produção.

É importante compreender que o trabalho normalizado não é um padrão de trabalho que é definido uma vez e nunca se altera. Este vai sofrendo adaptações de acordo com as oscilações na procura e, essencialmente, consoante as melhorias que vão sendo propostas pelos colaboradores (Productivity Press Development Team, 2002). No entanto, encontrando-se em vigor um determinado padrão de trabalho, as operações deverão ser seguidas exatamente como estão definidas, não havendo margem para improvisação. O objetivo destas restrições está relacionado com a eliminação da *Mura* (variabilidade), melhorando a qualidade, a segurança e a eficácia do planeamento.

Por vezes, existe desagrado por parte dos trabalhadores aquando da implementação deste método, uma vez que estes podem sentir perda de flexibilidade e autonomia. De modo a evitar este tipo de situações,

é de extrema importância envolver todos os colaboradores da empresa desde o início do processo e salientar que todos são livres de propor normas diferentes a aplicar caso encontrem melhores formas de efetuar uma determinada tarefa. Geralmente, ao fim de algum tempo, os trabalhadores são capazes de constatar os benefícios destas implementações e a preocupação inicial acaba por desaparecer (Arezes et al., 2010).

Segundo a *Productivity Press Development Team* (2002), a aplicação desta ferramenta proporciona vantagens quer para a empresa quer para os trabalhadores. Por um lado, no que diz respeito à empresa, destacam-se os seguintes aspetos positivos: redução da variabilidade, dos desperdícios e dos custos; melhorias na qualidade dos produtos; e *lead times* mais baixos e mais previsíveis. Por outro lado, para os trabalhadores torna-se mais fácil: aprender novas operações; operar em diferentes postos, linhas de produção ou áreas de trabalho (polivalência); e identificar problemas e contribuir com ideias de melhoria.

2.2.3 *One Point Lesson*

A normalização das atividades numa organização desempenha um papel fundamental na procura pela consistência e eficiência das operações. Esta meta pode ser alcançada por meio da introdução de documentos que regulamentam as atividades individuais, os quais devem fornecer descrições precisas e unificadas dos procedimentos a serem seguidos.

Uma abordagem popular e bastante simplificada comparativamente com as tradicionais instruções de trabalho é conhecida como *One Point Lesson* (OPL). Estes documentos, geralmente em tamanho A4 e emoldurados com película, consistem numa simples instrução visual colocada na área onde se realiza a operação a instruir e cujos parâmetros podem influenciar significativamente os resultados do produto ou serviço final. As instruções OPL são desenvolvidas com base no conhecimento e na experiência dos operadores, tornando-as altamente eficazes. Estas formam a base para a padronização das práticas de trabalho e são projetadas para serem facilmente compreendidas e seguidas por colaboradores de diferentes turnos ou equipas (Szwedzka & Kaczmarek, 2018).

As OPL são utilizadas como instrumento de aprendizagem, bem como de transmissão de conhecimento, de forma objetiva e perceptível a todos os colaboradores. Por essa razão, uma diretriz importante na criação de uma OPL consiste em assegurar que o documento contenha principalmente informações visuais, correspondendo estas a aproximadamente 80% do conteúdo, enquanto o texto deve compor os restantes 20%, conforme ilustrado no exemplo da Figura 6. Isso ressalta a predominância e a importância da componente visual numa instrução como esta (Santos, 2018).




Company Logo		ONE POINT LESSON		
OPL	Subject:			Type
	Basic Knowledge: Motor shafts			Equipment Handling
✘		✔		
<p>Never use shafts that have holes drilled in them in the past for locking (with quarter pins etc)</p>  <p>Such shafts break when torque is applied</p> 		 <p>Use shafts with keyway cut or holes drilled for locking ONLY if key or quarter pin are to be used</p>		
Prepared By		Approved by		Administered by
Date		Date		Date
Seen & understood by:	Operator	Operator	Operator	Operator
Name				

Figura 6 - Exemplo OPL (retirado de Kaizen Coach International)

No entanto, é importante exercer moderação na criação deste tipo de instruções, evitando sobrecarregar os trabalhadores com informações em excesso, o que pode causar confusão e desmotivação, ou tornar o processo excessivamente complexo. Deste modo, é crucial garantir que apenas as OPL estritamente necessárias são disponibilizadas no local de trabalho e que, por sua vez, estas se encontram alinhadas com as políticas e procedimentos da empresa. Assim sendo, quando aplicadas de forma equilibrada, as OPL desempenham um papel valioso na compreensão aprofundada dos processos, na promoção de fluxos de trabalho estáveis e no estabelecimento de práticas seguras no local de trabalho (Szwedzka & Kaczmarek, 2018).

2.2.4 Gestão Visual

A gestão visual consiste em disponibilizar, de forma coerente, atempada e regular, informações sobre os processos de produção e as atividades diárias fundamentais. Esta técnica apresenta vários benefícios tais como: visualização clara e simples do estado da produção, melhor comunicação entre departamentos e turnos, respostas mais rápidas a anomalias, maior autonomia dos trabalhadores, maior consciência dos desperdícios e mudanças na cultura da organização (Dailey, 2003). Segundo Galsworth

(2011), trata-se de uma abordagem de gestão que utiliza um ou mais dispositivos visuais de informação, sinalização, controlo ou garantia (*poka-yoke*) para comunicar com os trabalhadores, de modo que os locais de trabalho se tornem autoexplicativos, auto-orientados, autorregulados e auto-aperfeiçoados. Para tal, pode recorrer-se a sinais luminosos, quadros informativos, gráficos de desempenho, matrizes de competências, trabalho normalizado, identificação dos espaços, delimitação de áreas no chão de fábrica, etiquetas, entre outros (Galsworth, 2011).

Uma organização que adote a gestão visual deve comunicar de maneira clara aos seus trabalhadores o que deve ser feito, como deve ser feito e qual o nível de desempenho requerido para atingir metas. A gestão visual traz dois contributos fundamentais. Em primeiro lugar, mantém as missões e objetivos da organização claros e sempre visíveis, evitando mal-entendidos e distrações. Em segundo lugar, direciona a atenção para o desempenho tanto do grupo quanto do indivíduo, ajudando a identificar pontos fortes e áreas de melhoria. Isso elimina surpresas nas avaliações de desempenho, oferecendo *feedback* constante e celebrando conquistas, mostrando o valor de cada colaborador para a organização (Liff & Posey, 2004).

Tezel et al. (2009) identificaram ainda nove funções associadas à gestão visual: transparência, disciplina, melhoria contínua, facilitação do trabalho, formação no local de trabalho, criação de um sentimento de pertença, gestão através de factos, simplificação e unificação.

2.2.5 *Kanban*

O *Kanban* é uma técnica de produção japonesa que utiliza cartões ou sinais eletrónicos para monitorizar e controlar o fluxo de trabalho numa fábrica. Este sistema foi inicialmente desenvolvido pela Toyota no Japão e baseia-se num sistema de produção *pull*, no qual um sinal é acionado para "puxar" o material necessário para a área de produção conforme requerido no processo de fabrico. São enumeradas cinco qualidades distintas associadas a este sistema (Jyothi & Rao, 2012):

- **Torna o fluxo de trabalho visível.** O *Kanban* torna visível todo o processo de trabalho, permitindo que todos os envolvidos tenham uma compreensão clara do que está a acontecer em cada fase da produção;
- **Limita o trabalho em curso (WIP).** O *Kanban* faz parte de um sistema *pull*, o que significa que a produção só é iniciada quando existe uma procura real ou um pedido em andamento, evitando o excesso de produção e o desperdício;

- **Gere o fluxo.** O *Kanban* garante que o progresso de cada função e aspecto do fluxo de trabalho sejam monitorizados, calculados e registados. Isso permite que a gestão verifique adequadamente as futuras melhorias e desenvolva constantemente o sistema;
- **Torna as estratégias do sistema transparentes.** A visibilidade proporcionada pelo *Kanban* facilita a comunicação entre executivos e colaboradores sobre as políticas e melhorias necessárias. Tudo é registado, promovendo uma abordagem equilibrada para a tomada de decisões;
- **Permite o desenvolvimento mútuo.** O *Kanban* apoia a filosofia *Kaizen*, que envolve o reconhecimento e a implementação de pequenas melhorias concretas que, ao longo do tempo, resultam em mudanças evolutivas. Essas características são o resultado de uma implementação bem-sucedida, enquanto o potencial de execução pode ser alcançado inicialmente por meio de formação e compreensão.

O *Kanban* atua como um sistema que integra toda a cadeia de valor, liga todos os processos e conecta todo o fluxo de material com a procura do cliente. Atualmente, o *Kanban* pode ser dividido em dois tipos (Lopes, 2017):

- **Kanban de produção.** Nenhuma operação é realizada sem que exista um cartão associado a autorizar essa produção;
- **Kanban de transporte.** Cartão semelhante ao cartão *Kanban* de produção, sendo que incluirá também a origem e destino das peças, o que autorizará a movimentação das mesmas. Nenhuma atividade de movimentação é executada sem que haja um *Kanban* de transporte a autorizar.

Um sistema *kanban* pode assumir diferentes formas, para além do tradicional cartão, para transmitir um sinal de reabastecimento, dependendo das características das operações do local onde será implementado. Destacam-se as seguintes (Nápoles, 2021):

- **Sistema de duas caixas.** Este é um sistema básico onde são colocados pelo menos dois contentores para cada material necessário no bordo de linha, tendo fixado, em cada um deles, um *kanban* do tipo cartão. Quando um contentor fica vazio, este é retirado da área de produção e devolvido com a quantidade especificada do material, conforme indicado no cartão;

- **Kanban eletrônico.** Este sistema utiliza tecnologia eletrônica para monitorizar e comunicar as necessidades de reposição de material. Sensores e sistemas de informação da empresa automatizados identificam quando o material atinge um determinado nível mínimo e geram automaticamente pedidos de reposição. É frequentemente utilizado em ambientes de produção mais avançados;
- **Indicação luminosa.** O operador aciona um comando luminoso no seu posto de trabalho cada vez que consome o produto. O sinal é transmitido até à estação de produção do material correspondente, onde será acesa uma luz para cada unidade a ser produzida. Posteriormente, o operador da estação de trabalho fornecedora pressiona um botão por cada unidade produzida, para que as luzes se vão apagando.

2.3 Reconfiguração de Layout

O layout diz respeito à organização física de um sistema de produção. O sistema de fabrico é uma componente crítica nesses sistemas, pelo que é essencial considerá-lo aquando da determinação da disposição mais adequada e eficiente (Meller & Gau, 1996). Esta disposição exerce um impacto substancial nos custos de fabrico, na quantidade de WIP, nos prazos de entrega e na produtividade. Assim sendo, a definição de um layout apropriado contribui para a eficiência global das operações e pode reduzir até 50% no total das despesas de funcionamento (Drira et al., 2007).

Adicionalmente, é fundamental ter em consideração uma série de objetivos a serem alcançados, tais como (Mc Kendall et al., 1999):

- Reduzir os custos associados ao manuseamento de materiais, bem como diminuir o tempo e a frequência desse manuseio;
- Minimizar tanto os custos de capital quanto os custos operacionais relacionados aos equipamentos e instalações;
- Diminuir o tempo total de produção;
- Maximizar a utilização eficiente e económica do espaço disponível;
- Simplificar o processo de fabrico e otimizar o fluxo das operações;
- Garantir o bem-estar, a segurança e o conforto dos trabalhadores;
- Manter a flexibilidade tanto na disposição quanto no funcionamento das instalações;

- Reduzir a variação nos tipos de equipamentos de manuseamento de materiais;
- Facilitar a estrutura organizacional e o processo de tomada de decisões da gestão;
- Minimizar quaisquer riscos ou inconvenientes para o público em geral;
- Assegurar a construção segura e eficiente das instalações;
- Considerar todos os aspetos legais, incluindo questões de saúde, segurança, emergências e problemas ambientais.

Diversos fatores e considerações de conceção diferenciam claramente a natureza do layout, incluindo a variedade e o volume da produção, o sistema de manuseamento de materiais adotado, os diferentes fluxos permitidos para as peças, a área disponível para acomodar as máquinas, as características físicas das instalações e os locais de recolha e entrega.

Deste modo, quatro tipos de configuração são referidos por Drira et al. (2007), entre elas:

- **Layout de produto fixo ou de posição fixa.** Neste tipo particular de layout, o produto não se move, são os diferentes recursos que se deslocam para efetuar as operações sobre o produto. Este tipo de layout é comum em indústrias que fabricam produtos de grandes dimensões, como navios ou aeronaves;
- **Layout de processo.** O layout de processo agrupa equipamentos com funções semelhantes. Esta organização é frequentemente considerada adequada quando existe uma grande variedade de produtos;
- **Layout de produto.** O layout do produto é usado para sistemas com altos volumes de produção e uma baixa variedade de produtos. As instalações são organizadas de acordo com a sequência das sucessivas operações de fabrico;
- **Layout celular.** Na disposição celular, as máquinas são agrupadas em células, para processar famílias de produtos semelhantes.

3. APRESENTAÇÃO DO GRUPO EFACEC E DO PRODUTO EM ESTUDO

Neste capítulo é feita uma breve apresentação da empresa na qual foi realizado o presente projeto de dissertação. Esta começa por explicitar, entre outros, como surgiu o grupo Efacec e como este evoluiu ao longo do tempo, bem como a forma como o mesmo se encontra estruturado. De seguida, é feita uma breve apresentação da UN onde decorreu o estágio, das gamas de produtos da mesma e, mais concretamente, do produto que será objeto de análise desta dissertação – o Normacel® 12.

3.1 Efacec

A origem do Grupo Efacec remonta há mais de 100 anos com a fundação, em 1905, da empresa "A Moderna" Sociedade de Serração Mecânica. Em 1921, esta deu origem à Electro-Moderna, Lda., cuja atividade era já dedicada à produção de motores, geradores, transformadores e acessórios elétricos. Posteriormente, em 1948, esta antiga empresa de material elétrico associou-se aos ACEC (*Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi*), à CUF (Companhia União Fabril) e ainda a outros acionistas. Esta sociedade foi denominada de EFME – Empresa Fabril de Máquinas Elétricas, SARL. Após diversas alterações na distribuição do capital, os ACEC passaram a ser acionistas majoritários e é então que, em 1962, o grupo obtém a denominação de EFACEC.

Num contexto de reestruturação e de crescimento em mercados internacionais, constitui-se em 2014 a Efacec Power Solutions (EPS), SA, detentora de um grupo de empresas que reúne todos os meios de produção, tecnologias e competências técnicas e humanas necessárias para o desenvolvimento de atividades nos setores da Energia, Engenharia, Ambiente, Transportes e Mobilidade Elétrica.

Trata-se de uma empresa de estrutura bem definida cuja conduta e forma de estar são orientadas por um conjunto de valores – fiabilidade, sustentabilidade, competência, audácia e humanismo – que procuram servir de alicerce para um propósito maior: "Criar um futuro mais inteligente para uma vida melhor" (Efacec, 2023).

Atualmente, a Efacec é conhecida por oferecer um portefólio abrangente, entregando soluções à medida, de acordo com as especificidades de cada cliente e mercado. Encontra-se organizada em três áreas e oito unidades de negócio, como se pode ver pela Figura 7.

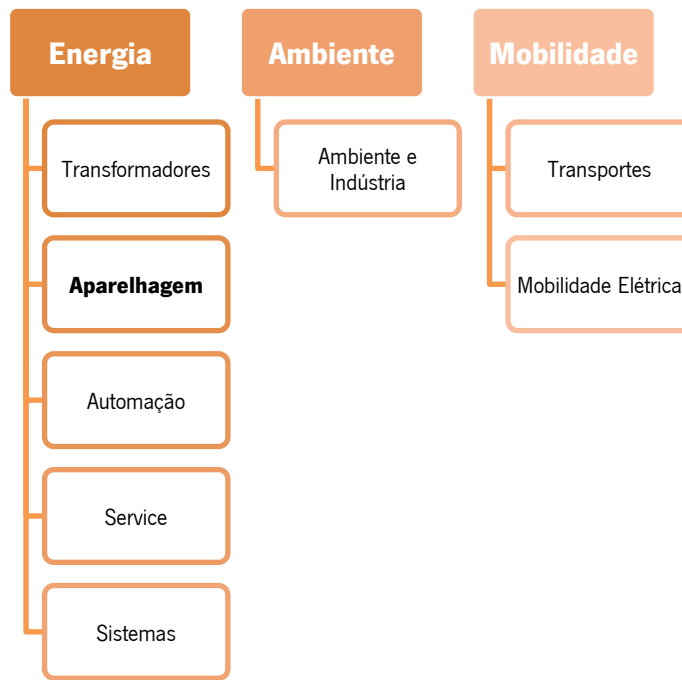


Figura 7 - Áreas e unidades de negócio da Efacec

A Efacec apresenta uma pegada global, com presença em 11 países e vendas em mais de 80. É uma empresa exportadora e de importância estratégica de afirmação de Portugal no mundo, representando as exportações cerca de 75% das receitas. Abrange ainda uma vasta rede de filiais, sucursais e agentes espalhados pelos vários continentes (Figura 8).

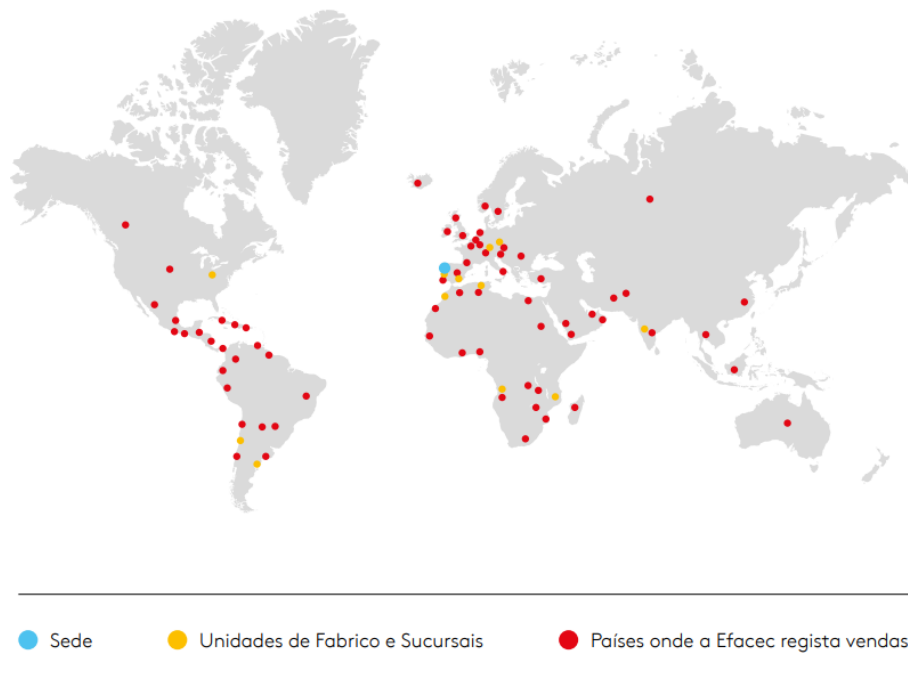


Figura 8 - Presença da Efacec no mundo (Efacec, 2019)

A Efacec emprega diretamente cerca de 2500 pessoas, a maioria das quais na região do Grande Porto. Além disso, alimenta um ecossistema de pequenas e médias empresas (PME) fornecedoras que dependem da Efacec como cliente principal (Efacec, 2019).

O grupo encontra-se sediado no Polo Industrial da Arroteia (Figura 9), em Leça do Balio, local onde foi realizado o estágio do qual resultou o presente documento. Para além desse, existem mais dois polos industriais em território nacional: o Polo da Maia, em Moreira da Maia e o Polo de Lisboa, em Oeiras.



Figura 9 - Polo Industrial da Arroteia (Mapa e vista aérea) (Efacec, 2017)

3.2 Efacec Aparelhagem

Com um vasto e completo portefólio de produtos para Alta e Média Tensão (AMT), a Efacec Aparelhagem – mais conhecida como AMT – é uma das oito UN do grupo, sendo reconhecida em Portugal e internacionalmente pela qualidade das suas soluções e produtos e pela sua flexibilidade de resposta aos requisitos dos clientes, sendo capaz de propor soluções adequadas a cada projeto. Estas competências distintivas são traduzidas através dos serviços de valor acrescentado das equipas de Engenharia de Produto e de Operações bem como na relação comercial de proximidade estabelecida entre a Efacec Aparelhagem e o cliente.

Esta UN pretende ser o fornecedor preferido devido ao menor custo total de aquisição (preço, prazo de entrega, cumprimento do prazo e qualidade) dos seus produtos e serviços.

A Efacec Aparelhagem oferece um serviço integral e “chave-na-mão” que cobre o fabrico da solução proposta, a sua montagem e a assistência pós-venda. Este serviço é realizado por técnicos competentes e de acordo com indicações provenientes da equipa de engenharia da Efacec Aparelhagem. Este serviço de instalações elétricas permite, entre outros, um maior benefício económico para o cliente, uma rápida colocação ao serviço, a integração de trabalhos de engenharia específicos, a customização total e a garantia absoluta.

No que diz respeito à gama de Distribuição Primária, o AMT oferece soluções que compreendem quadros isolados a ar equipados com disjuntores extraíveis e ainda soluções de exterior. Todas as soluções são configuradas na perspetiva da eficiência e da rentabilidade económica para o cliente (Efacec, 2016).

Modelo de Negócio

A UN AMT Efacec opera num sistema *Engineering-to-Order* (ETO), consistindo este numa estratégia segundo a qual o desenvolvimento de especificações de engenharia e a conceção dos produtos apenas se inicia após a receção de uma encomenda do cliente. Num contexto ETO, os produtos são específicos para cada cliente/encomenda, altamente personalizados e estão associados a processos não repetitivos que requerem mão-de-obra intensiva e altamente qualificada. Como tal, as empresas ETO não podem prever com exatidão a procura, encomendar materiais e produzir com antecedência, ou aplicar eficazmente métodos de produção em lote (Powell et al., 2014).

3.3 Gama Normacel® 12

Os Quadros de Média Tensão (QMT) da gama Normacel® 12 são blindados e compartimentados, de isolamento no ar, de construção modular e facilmente extensíveis. A área de instalação ocupada é bastante reduzida, sem comprometer a simplicidade operacional e a acessibilidade para a manutenção.

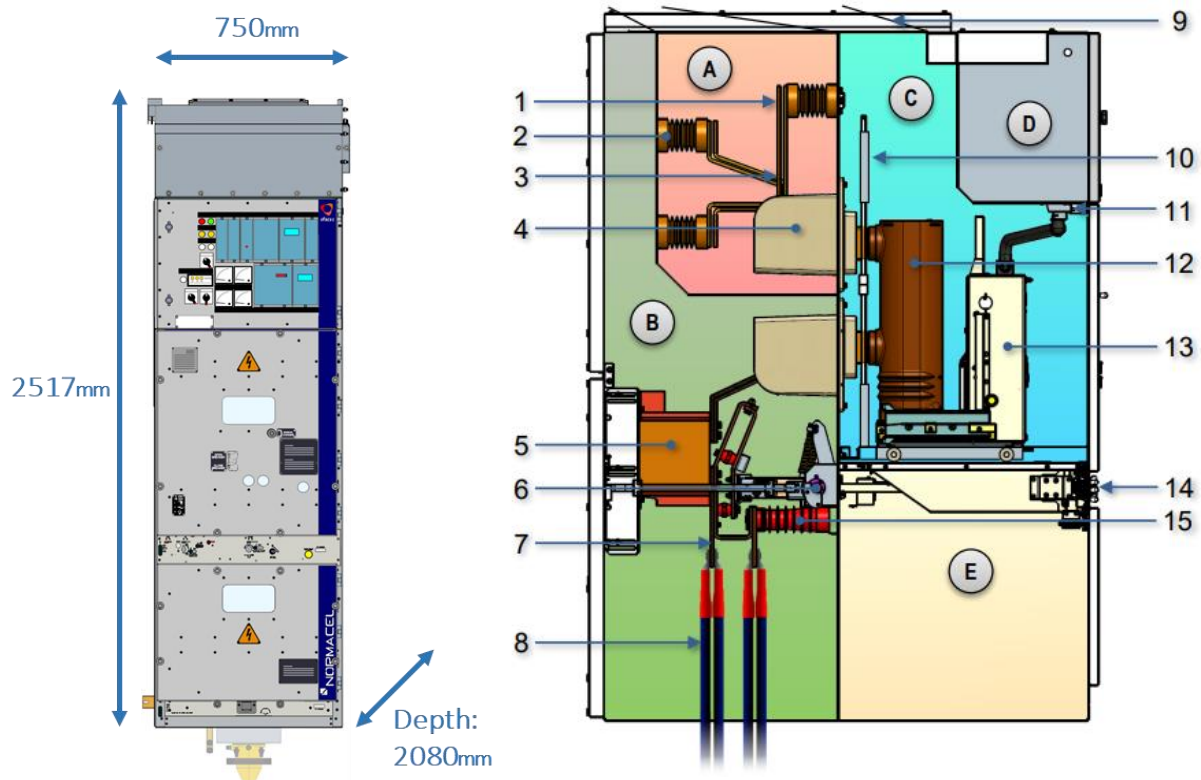
As celas estão equipadas com disjuntores extraíveis de corte no vácuo do tipo DIVAC, de elevadas prestações elétricas e mecânicas. O desenvolvimento contínuo desta gama de produtos permite atingir elevadas prestações, com correntes nominais até 4000 A e capacidades de curto-circuito até 50 kA (Efacec, 2016).

As características das celas Normacel® 12 encontram-se listadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características das celas Normacel® 12

Características elétricas	
Tensão nominal	12 kV
Nível de isolamento	
Onda de choque	75 kVp
Frequência industrial	28 kV / min
Frequência	50 Hz
Corrente nominal no barramento	800 A a 50 °C / 1000 A a 40 °C
Corrente nominal de saída	400 A a 50 °C / 630 A a 40 °C
Corrente de curta duração admissível	31,5 kA
Corrente de pico admissível	80 kA
Características mecânicas	
Grau de proteção	IP3X até IP41
Cor standard	RAL 7035
Condições normais de serviço	
Temperatura ambiente (min/máx)	-5 °C / +50 °C
Temperatura média máxima (24h)	45 °C
Humidade relativa máxima (>30°C)	100 %
Altitude máxima	1000 m

Na Figura 10 é possível observar os elementos base comuns aos vários tipos de celas Normacel® 12.



Legenda:

1. Barramento principal
2. Isolador de suporte
3. Derivação do barramento
4. Cloche de travessia em resina epóxi
5. Transformadores de corrente
6. Seccionador de terra
7. Terminal de cabos
8. Cabos
9. Flaps de escape de gases de arco interno
10. Obturadores metálicos
11. Ficha BT do disjuntor
12. Pólo do disjuntor
13. Mecanismo de operação do disjuntor
14. Mecanismo de operação do seccionador de terra
15. Divisor capacitivo de tensão

Compartimentos:

- A. Barramento principal
- B. Cabos e transformadores de corrente
- C. Disjuntor
- D. Baixa tensão
- E. Cabos/Transformadores de tensão (opção)

Figura 10 - Dimensões e elementos base de uma cela Normacel® 12 (Marinho, 2015)

Cablagens

As cablagens, também denominadas de chicotes elétricos, consistem em conjuntos de fios condutores responsáveis por transportar eletricidade e/ou sinais elétricos. Cada fio condutor é constituído por uma alma condutora (Figura 11, 1) – de cobre – revestida por um material isolante (Figura 11, 2) – usualmente PVC ignífugo livre de halogéneos.

Os revestimentos isolantes dos condutores podem exibir uma diversidade de cores, que variam consoante a natureza do circuito. Por sua vez, a espessura da alma de cobre varia em função da intensidade de corrente elétrica suportada, ou seja, condutores mais grossos lidam com intensidades de corrente maiores, enquanto condutores mais finos lidam com intensidades de corrente menores. A área da face da alma condutora (área do círculo, $S = \pi r^2$) denomina-se de secção condutora (Figura 11, 3), pelo que quanto maior o calibre do condutor, maior a secção do mesmo.

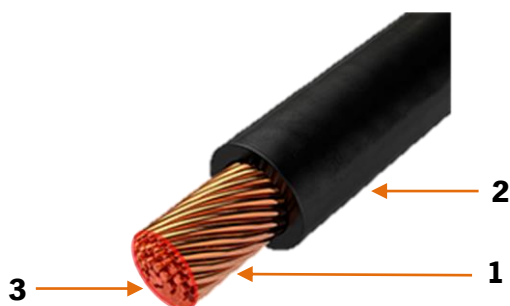


Figura 11 - Condutor elétrico

A Tabela 2 mostra as cores e secções dos condutores, conforme estipulado pelo cliente.

Tabela 2 - Cores e secções dos condutores

Cor	Natureza do circuito	Secção (mm ²)
Vermelho	Circuitos de corrente (fase R)	4
	Circuitos de tensão (fase R)	2,5
Amarelo	Circuitos de corrente (fase Y)	4
	Circuitos de tensão (fase Y)	2,5
Azul	Circuitos de corrente (fase B)	4
	Circuitos de tensão (fase B)	2,5
Preto	Circuitos de corrente (neutro)	4
	Circuitos de tensão (neutro)	2,5
Cinzento	Circuitos de controlo e sinalização (DC)	2,5
Verde-Amarelo	Circuitos de terra (GND)	2,5

No que diz respeito a produtos de Aparelhagem de Média Tensão (Celas MT), as cablagens são parte integrante dos circuitos elétricos, responsáveis por enviar informações de cada elemento constituinte da cela até ao CBT.

- **Circuitos de corrente:** medição de corrente nos TIs;
- **Circuitos de tensão:** medição de tensão nos TTs;
- **Circuitos de controlo:** comando elétrico do disjuntor;
- **Circuitos de sinalização:** comunicação do estado dos elementos (disjuntor e ST);
- **Circuitos de aquecimento:** aquecimento do compartimento do disjuntor;
- **Circuitos de terra:** recolha das massas dos componentes.

Na Figura 12 é possível observar os caminhos que os diversos chicotes elétricos percorrem ao longo da cela até chegarem ao CBT.

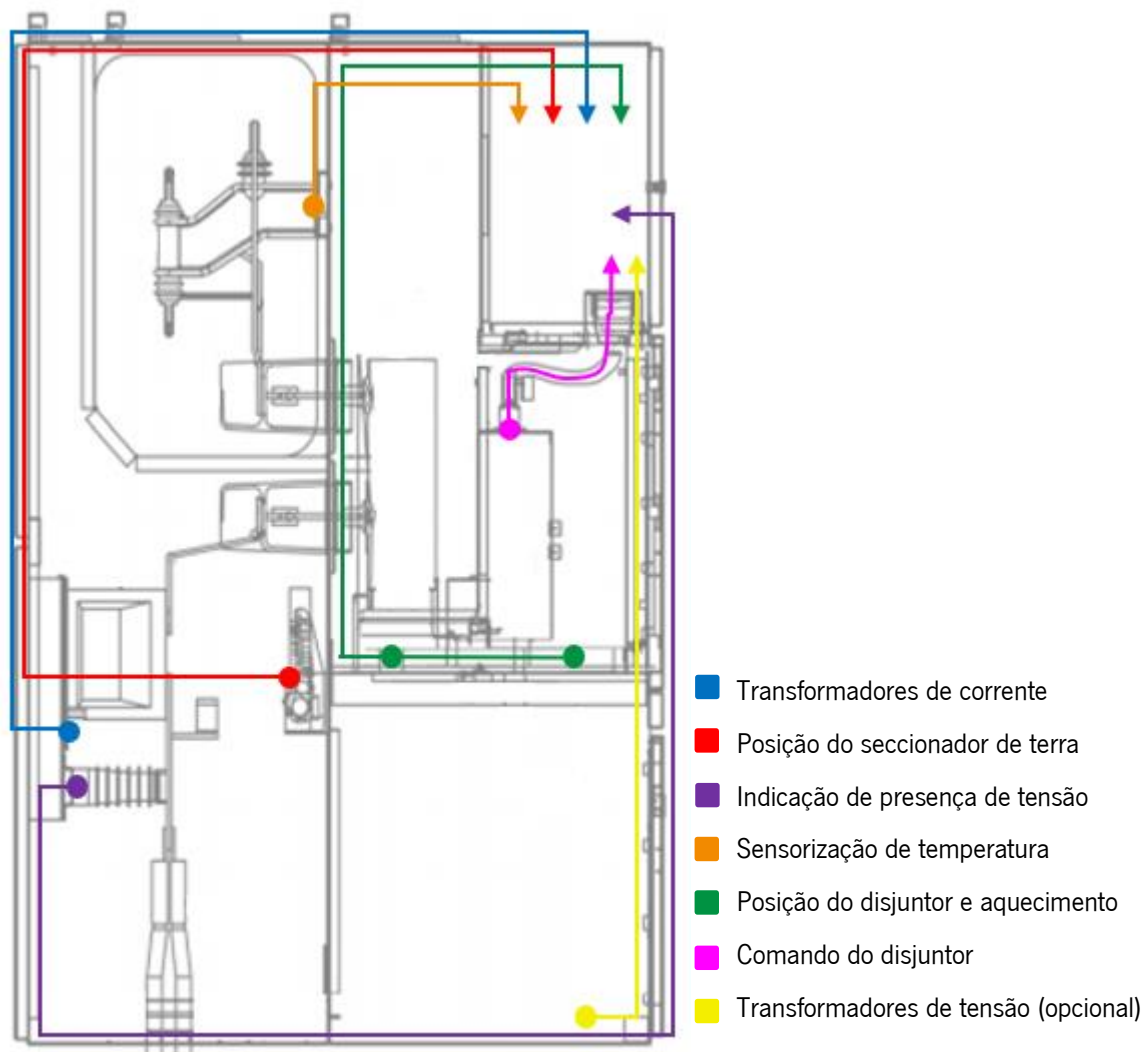


Figura 12 - Caminhos dos chicotes elétricos

Adicionalmente, é importante referir que são usados vários tipos de acessórios nos condutores, cada um desempenhando uma função distinta: para estabelecer as conexões entre os condutores e os equipamentos são utilizados ponteiros ou terminais; para identificar os condutores usam-se os marcadores termo retráteis; para proteger e organizar os chicotes são usadas mangas de nylon e/ou tubos de PVC ou metálicos e abraçadeiras; entre outros.

A Tabela 3 resume e ilustra cada um destes acessórios.

Tabela 3 - Lista de acessórios utilizados nas cablagens

Acessório	Imagem	Acessório	Imagem
Ponteira simples		Manga de nylon	
Ponteira <i>harting</i>		Tubo metálico	
Ponteira dupla		Tubo de PVC	
Terminal olhal		Abraçadeira	
Terminal forquilha		Passa-Cabos	
Terminal <i>faston</i>		Ficha de conexão (Fd, Fp ou Ft)	
Marcador termo retrátil		Marcadores de plástico	

Nota:

- **Fd:** Ficha que estabelece a ligação entre o CBT e o disjuntor;
- **Fp:** Ficha que estabelece a ligação entre o disjuntor e o compartimento de cabos;
- **Ft:** Ficha que estabelece a ligação entre o CBT e os transformadores de tensão.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DO ESTADO ATUAL

Neste capítulo é realizada, inicialmente, uma breve descrição do processo de encomendas de celas Normacel® 12, bem como das principais fases/linhas que constituem a sua produção. Posteriormente, é descrita em mais pormenor a linha de produção de cablagens.

Com o intuito de identificar e solucionar os diversos problemas e desperdícios desta linha, é conduzida uma análise crítica ao estado "atual", nomeadamente através dos resultados obtidos nos testes realizados ao longo da mesma. Por fim, são apresentados e sintetizados os problemas encontrados em consequência do estudo realizado.

4.1 Descrição do Processo de Encomendas do Normacel® 12

Esta dissertação foi desenvolvida tendo por base uma encomenda de 378 celas da gama de produto Normacel® 12 de quatro variantes distintas (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4), customizadas de acordo com os requisitos do cliente. Adversamente ao habitual, a UN não se encontra a fornecer QMT completos, em vez disso permite que o cliente adquira as celas dos tipos desejados e, mais tarde, as combine consoante as suas necessidades.

Aquando do lançamento de um novo contrato, o esquema elétrico para cada variante do produto é desenvolvido pelo departamento de Engenharia de Produto. Este é projetado em *EPLAN P8 Electric* (*software CAD*, amplamente utilizado no projeto de sistemas elétricos e automação), sendo posteriormente submetido para aprovação do cliente, existindo, por vezes, a necessidade de revisão do mesmo.

Após aprovação do cliente, este departamento executa as vistas 3D da disposição do material elétrico de baixa tensão no CBT, com auxílio do *software EPLAN ProPanel* (*software CAD* de conceção de armários de controlo em 3D). São ainda gerados os programas para a máquina de corte de linhas (a KOMAX), estimando-se o comprimento das linhas, e a quantidade e tipo de acessórios necessários para as mesmas com recurso à ferramenta *Routings* do mesmo *software*. O conjunto destes ficheiros perfaz o *dossier* da documentação para fabrico.

Finalmente, procede-se à montagem de celas protótipo (uma ou várias celas de cada variante), as quais são submetidas a *Factory Acceptance Tests* (FAT), consistindo estes no ensaio das mesmas perante a presença do cliente e as entidades regulamentares. Após o sucesso dos FAT, dá-se início à receção de encomendas do cliente e, conseqüentemente, ao processo produtivo.

Todo o processo anteriormente descrito encontra-se esquematizado no fluxograma da Figura 13.

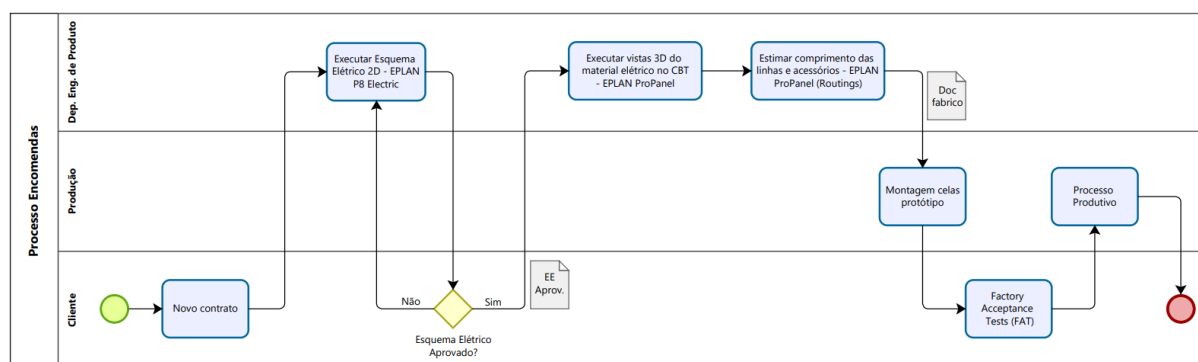


Figura 13 - Processo de Encomenda

4.2 Descrição do Processo de Produção do Normacel® 12

A produção de uma cela Normacel® 12 inicia-se na Efacec Índia – fornecedor de conjuntos mecânicos e elétricos – com a produção do SAK (*Standard Assembly Kit*) ou partes comuns, do CBT (estrutura vazia) e do disjuntor. Posteriormente, é feito o envio destes componentes para a UN AMT Efacec, onde são acrescentados outros elementos e é feita a montagem final das celas, bem como a sua eletrificação e ensaio.

Uma vez em Portugal, o processo produtivo das celas Normacel® 12 envolve, essencialmente, três linhas de produção (Figura 14):

1. **A linha de produção de cablagens** (corte dos fios, agrupamentos em molhadas e montagem de cablagens);
2. **A linha de eletrificação de CBT**, que usam as cablagens produzidas na linha precedente e outros artigos essencialmente geridos por *Kanban*;
3. **A linha de montagem de celas MT**, que usam os CBT e artigos geridos por *Kanban*.

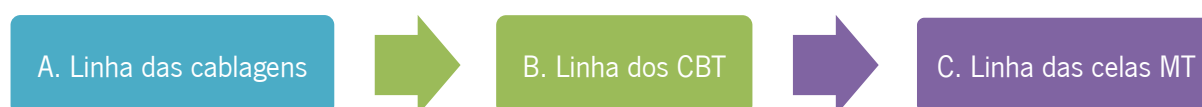


Figura 14 - Linhas de produção Normacel® 12

Estas três linhas de produção encontram-se acomodadas num único edifício, o qual é conhecido como "A Nave Fabril OPF", sendo este exclusivamente destinado à produção de celas Normacel® 12. Este edifício foi construído em 2018 devido à existência de um elevado volume de encomendas deste produto,

tornando-se a sua existência imprescindível para suprimir a procura. Na Figura 15 encontra-se a planta deste edifício, na qual é possível distinguir as três linhas de produção supramencionadas (Anexo 3).

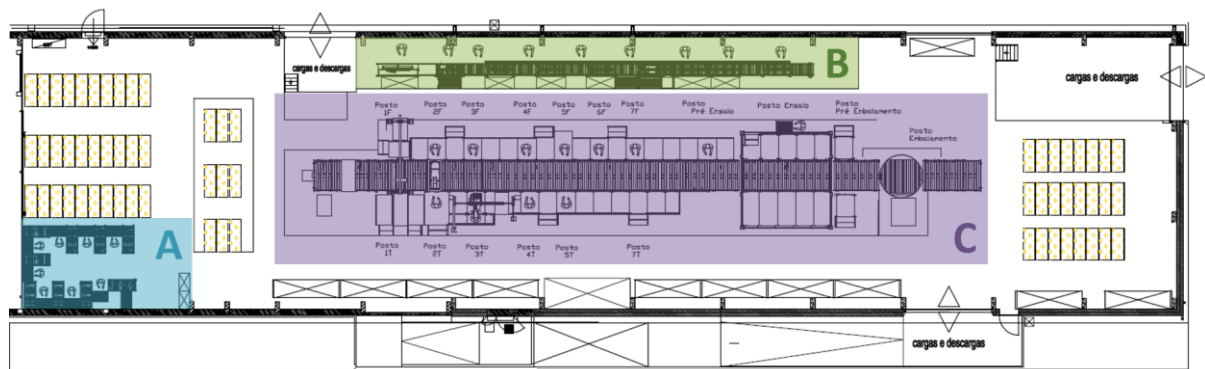


Figura 15 - Planta Nave Fabril OPF

Em seguida, é feita uma breve descrição do processo de produção (apresentado sob a forma de fluxograma na Figura 16) de uma cela Normacel[®] 12 no seu todo, explicitando o modo como é feita a interação entre as três linhas de produção. Essencialmente, os feixes de linhas provenientes da KOMAX são encaminhados para a linha de produção das cablagens, onde são devidamente processados. Em seguida, estes são movimentados diretamente para a linha dos CBT, pela equipa da Logística, na qual os feixes previamente tratados são utilizados para eletrificar estes compartimentos. Entretanto, existe uma equipa responsável por desmontar o SAK proveniente da Índia, sendo esta tarefa realizada devido à necessidade de incorporar novos componentes no interior do mesmo. Assim que o CBT esteja pronto e o SAK se encontre desmontado, a equipa da Logística deve movimentar ambos para a *buffer* da linha de produção das celas MT. Por fim, é feita a montagem final da cela, na qual são integrados o CBT, as partes do SAK bem como os restantes constituintes da cela em questão, realizando-se ainda nesta mesma linha a inspeção e os ensaios de rotina. Caso a cela não esteja conforme é emitida uma Ficha de Não Conformidade (FNC), devendo o problema ser corrigido o mais rapidamente possível. Caso contrário, isto é, não havendo complicações maiores, as celas são devidamente embaladas e levadas para a zona de expedição.

A sincronia entre as três linhas de produção é de extrema importância, de modo a proporcionar um fluxo de produção contínuo.

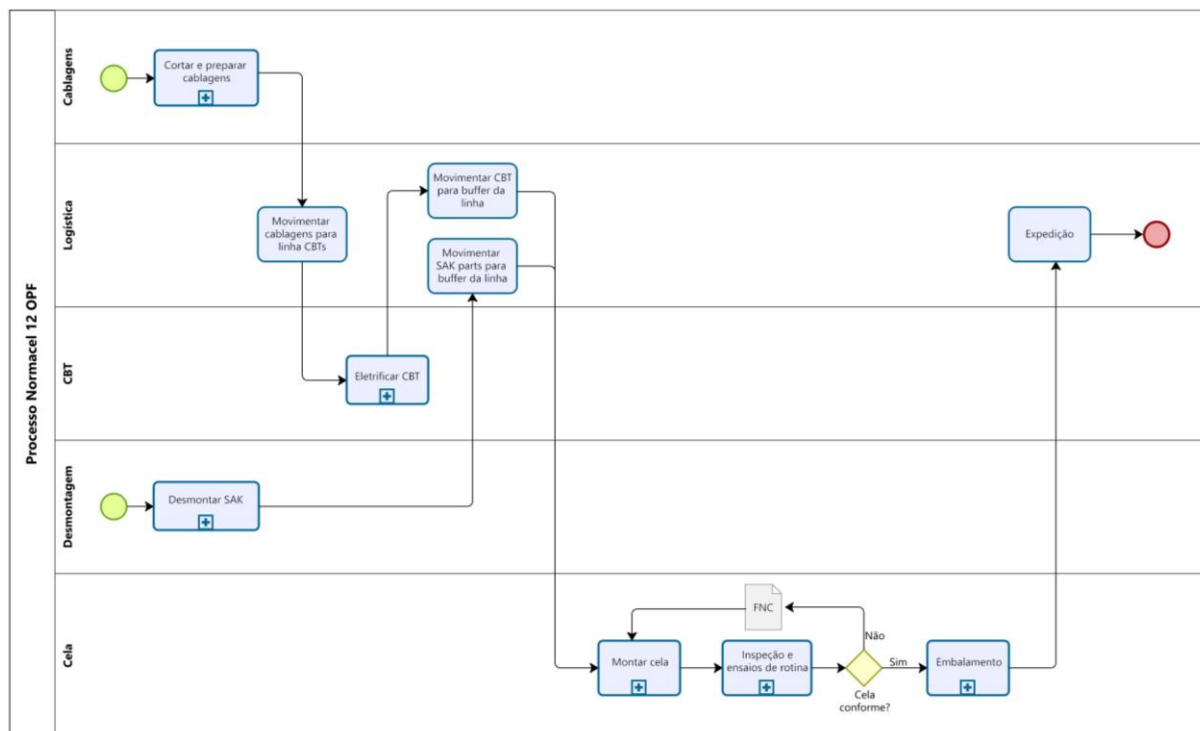


Figura 16 - Processo Produtivo Normacel® 12

4.3 Linha de Produção de Cablagens

Nesta secção, será abordada em maior detalhe a linha de produção que foi objeto de estudo e que fundamentou a elaboração desta dissertação. A conjuntura marcada pela crise pandémica e pela escassez de matérias-primas, aliada à atual situação financeira da empresa, têm representado obstáculos significativos ao normal funcionamento das operações, resultando na inatividade da linha de produção de cablagens.

Posto isto, o objetivo consistiu em recolher o máximo de informação possível sobre aquilo que era feito nesta linha e o modo como era feito. Dado que a linha se encontra inativa há cerca de dois anos e que, durante esse período, a produção de cablagens havia sido realizada por uma empresa em regime de subcontratação, a documentação existente sobre o processo era bastante escassa. Assim sendo, o processo de recolha e posterior organização de informação que permitisse compreender e documentar o funcionamento "atual" da linha o melhor possível revelou-se uma tarefa consideravelmente desafiante.

Numa primeira fase, e com base na informação recolhida, o objetivo passou por elaborar um conjunto de Instruções Operacionais (IO) que permitissem visualizar as tarefas realizadas em cada posto de trabalho (PT) e, por conseguinte, colocar a linha em funcionamento. A ideia era que estas fossem o mais

claras e objetivas possível, de modo que, a qualquer momento, uma pessoa indiferenciada fosse capaz de executar as tarefas a si atribuídas, de forma intuitiva e sem necessidade de formação qualificada.

Foram ainda executados um conjunto de testes que possibilitaram uma análise mais realista e sustentada da situação "atual". Como era de prever, esta apresenta inúmeros aspetos a serem melhorados no futuro, os quais serão abordados e analisados ao longo deste capítulo.

4.3.1 *Inputs e Outputs* da Linha

De um modo geral, os *inputs* da linha de produção de cablagens consistem nos conjuntos de linhas que são executados na estação de processamento KOMAX (Figura 17, 1 e 2). Esta é alimentada por carretéis de fio condutor de diferentes cores e secções (Figura 17, 4), os quais são desbobinados e endireitados à medida que vão sendo processados. Este equipamento é responsável por cortar, descarnar e referenciar os condutores elétricos, segundo os ficheiros da documentação para fabrico desenvolvidos na fase de projeto. Esta referência é feita com o auxílio de duas impressoras não convencionais, uma de tinta preta e outra de tinta branca (Figura 17, 3), selecionadas consoante a cor do fio a identificar.

É importante notar, desde já, que este equipamento apresenta uma limitação mecânica, possibilitando apenas o corte de fios condutores com um comprimento igual ou superior a 600 mm. Assim, todos os fios cujo comprimento final é inferior a 600 mm são entregues na linha de produção de cablagens com 600 mm, ficando o operador do primeiro PT responsável por cortar manualmente cada um desses fios com o comprimento pretendido.

Por outro lado, desta mesma linha resultam dois tipos de *outputs*: feixes (ou molhadas) de linhas tratados que serão posteriormente usados na linha de produção dos CBT e cablagens que serão utilizadas para eletrificar as celas MT. O esquema da Figura 18 resume isso mesmo.



Figura 17 - KOMAX

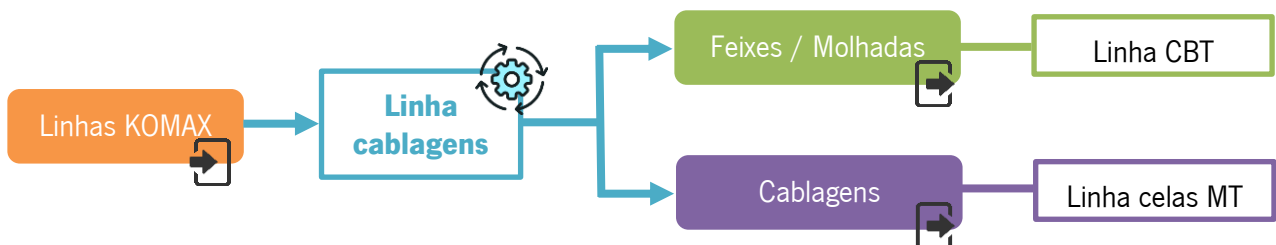


Figura 18 - Inputs e Outputs da linha de produção de cablagens

4.3.2 Etapas do Processo Produtivo

O fluxograma da Figura 19 é referente ao processo de produção de cablagens, apresentando este a lista de tarefas efetuadas em cada um dos oito PT da linha. É importante clarificar que tanto o número de PT, quanto a distribuição das tarefas entre os mesmos, se encontravam previamente definidas pela equipa subcontratada que, no passado, operou esta linha.

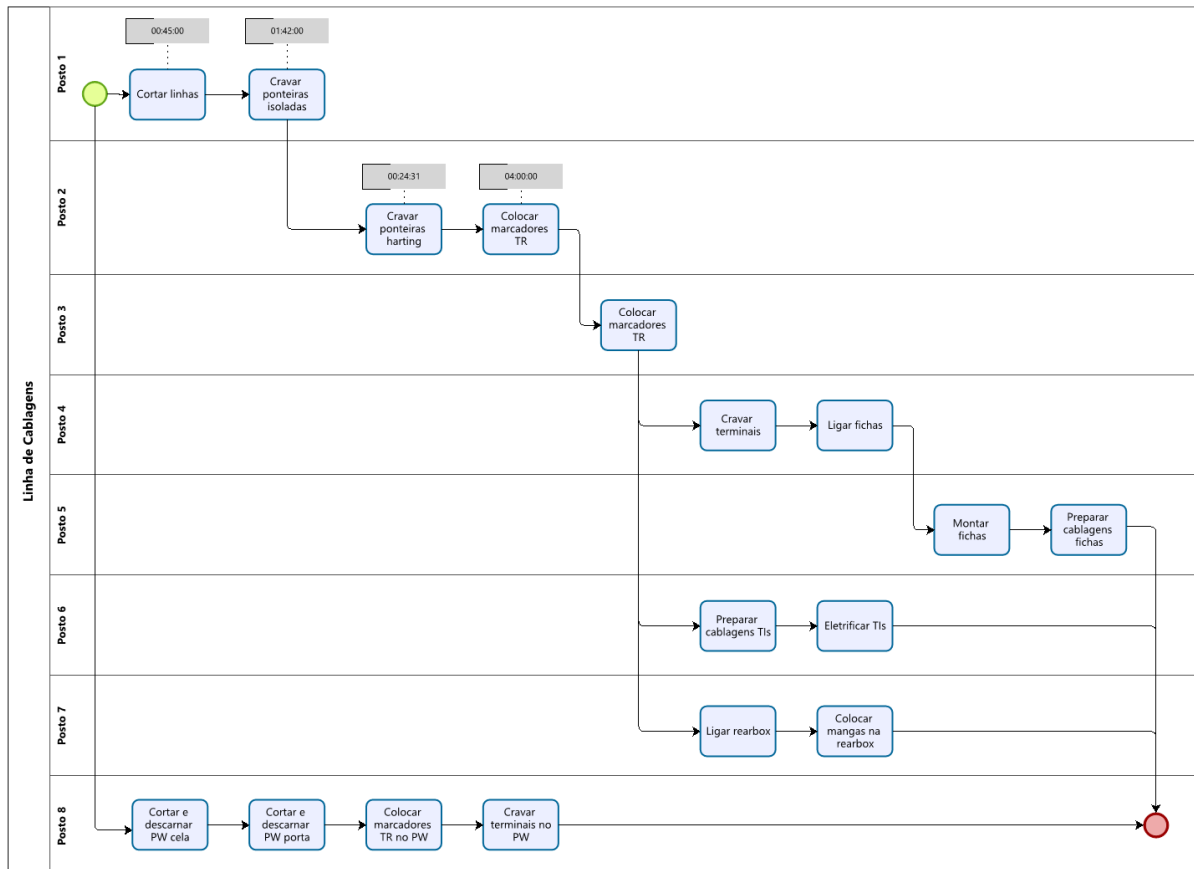


Figura 19 - Processo Produtivo Cablagens

Este fluxograma era parte do pequeno conjunto de documentação existente e como se pode constatar pela sua análise, a informação neste contida é bastante limitada, enumerando apenas as tarefas realizadas em cada PT, não detalhando o modo como estas são executadas. Para além disso, é possível verificar que apenas existe informação quanto ao tempo despendido na execução das tarefas dos dois primeiros PT. Adicionalmente, a análise do fluxograma da Figura 19 sugere que a maioria dos PT depende da conclusão das tarefas realizadas em PT anteriores para realizar as suas próprias, à exceção do primeiro e do último.

Na Figura 20 encontra-se um segundo fluxograma, neste caso referente às tarefas que são executadas nos tempos de espera, seja em todos os PT ou no PT que se encontrar disponível.

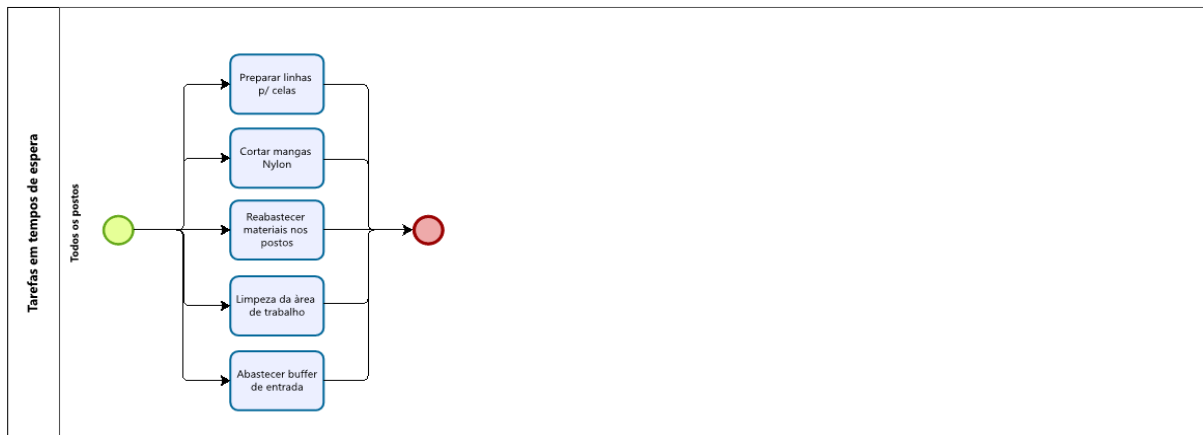


Figura 20 - Tarefas em tempos de espera

Assim sendo, apesar de pouco detalhados, estes fluxogramas mostraram ser uma boa ferramenta para iniciar a compreensão do processo.

Existem ainda outros documentos que se mostraram úteis nesta fase inicial, destacando-se os ficheiros Excel que contêm a lista de linhas para cada tipo de CBT e toda a informação necessária para que estas possam ser executadas (Anexo 1), o esquema elétrico, entre outros.

4.3.3 Desenvolvimento de Instruções Operacionais

Conforme mencionado anteriormente, optou-se por desenvolver um conjunto de IO com base na documentação existente, nomeadamente a partir do fluxograma da Figura 19. Para cada PT elaborou-se uma instrução de trabalho que enumerasse não apenas as tarefas a serem executadas, mas também o modo como estas deveriam ser realizadas. Assim, cada IO é composta por duas partes: um texto que descreve de forma mais ou menos detalhada o que fazer e como fazer e uma imagem que procura ilustrar da maneira mais clara possível o conteúdo descrito no texto.

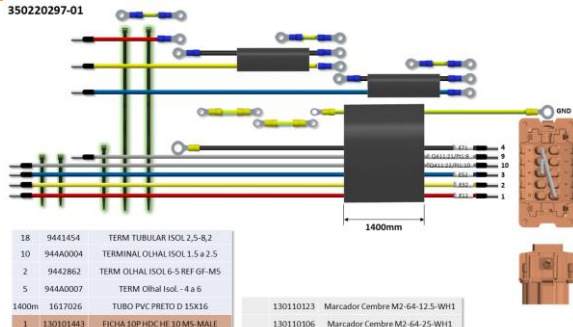
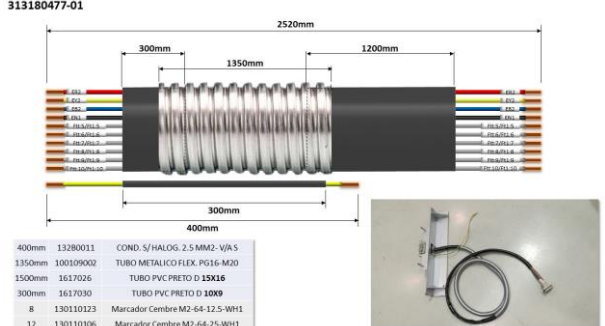
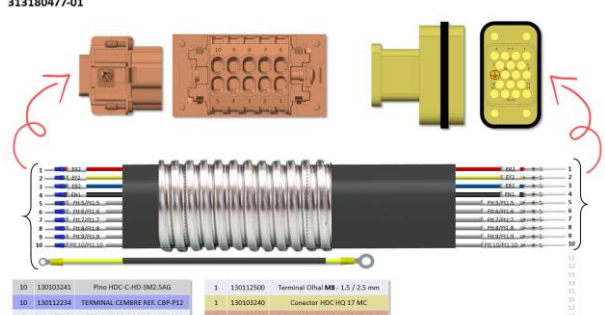
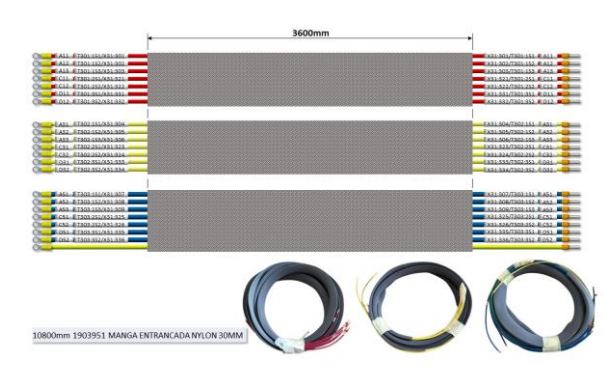
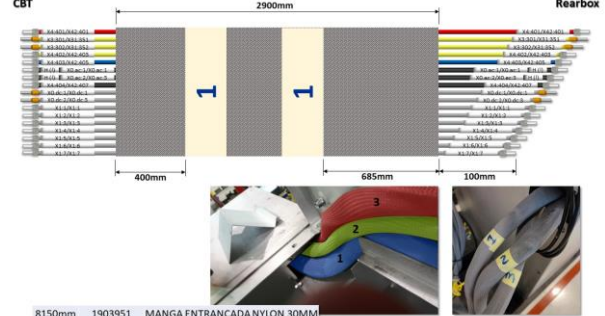
Aquando da elaboração destas IO foram tidas em consideração duas ferramentas *Lean* muito importantes: o *Standard Work* e a Gestão Visual. Por um lado, a criação de instruções visa estabelecer os melhores métodos e reduzir tanto quanto possível a variação nos procedimentos de trabalho o que, dito por outras palavras, corresponde à normalização do trabalho (Feng & Ballard, n.d.). Por outro lado, a colocação de imagens representativas de uma determinada tarefa, permite que os operadores se lembrem de fazer o trabalho normalizado, bem como a comunicação de informações essenciais (Machado & Leitner, 2010).

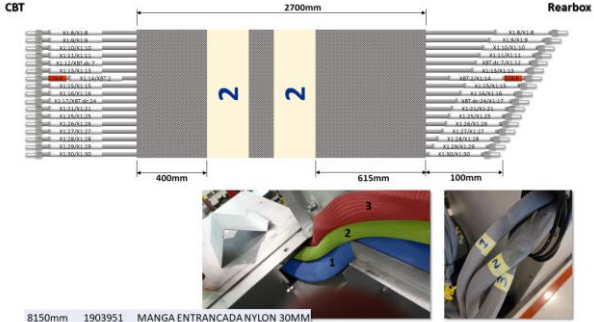
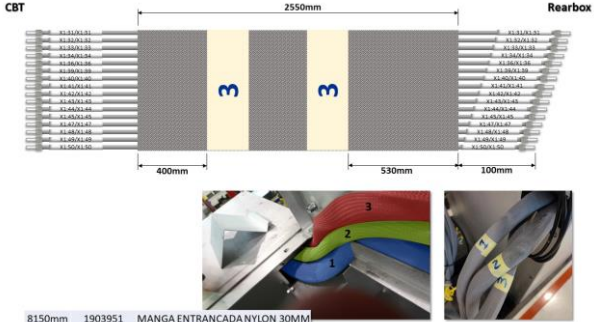
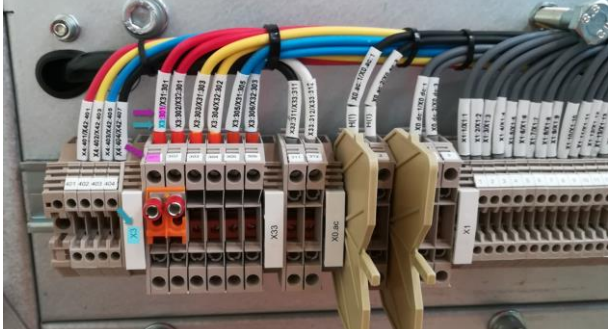

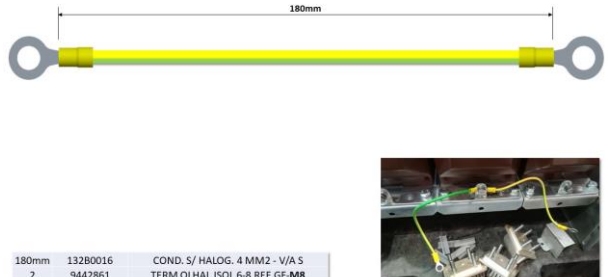
De seguida, apresenta-se, na Tabela 4, uma versão simplificada das IO que foram elaboradas para os diversos PT, numa primeira iteração.

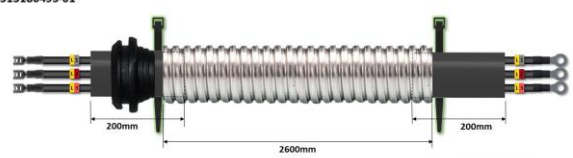





Tabela 4 - Instruções Operacionais

PT	Tarefas	Ajudas visuais
	<p>Cortar linhas à medida (ver campo 3 “Compr.”), utilizando um alicate de corte.</p>	
1	<p>Descarnar todas as linhas, utilizando um alicate de descarnar.</p> <p>Cravar ponteiros isoladas simples (ver campos 1 e 2 “Artigo ponteira”), utilizando um alicate de cravar ponteiros e uma máquina de cravar ponteiros.</p>	<p>130112069 130112315</p>
2	<p>Cravar ponteiros <i>harting</i> (ver campos 1 e 2 “Artigo ponteira”), utilizando um alicate de cravar ponteiros <i>harting</i> ou a máquina de cravar ponteiros, nos feixes 4, 5 e 6.</p>	<p>130103242</p>
3	<p>Colocar marcadores termo retráteis, respeitando a orientação correta (Marcação: Origem/Destino) – (ver campos 4 “Marcação origem”, 5 “Marcação destino” e 6 “Notas”).</p> <p>Depois de colocado o marcador, utilizar a pistola de ar quente apenas do lado que não tem texto, de modo a fixá-la ao fio sem eliminar o texto.</p>	
3	<p><u>Nota:</u> igual à segunda tarefa do PT anterior.</p>	<p><u>Nota:</u> igual à segunda tarefa do PT anterior.</p>

PT	Tarefas	Ajudas visuais
4	Cravar terminais, utilizando um alicate de cravar terminais.	<p>9442862 944A0002 944A0001 130112276 944A0003</p>
	Agrupar corretamente as linhas duas a duas e cravar ponteiros duplas, utilizando um alicate de cravar ponteiros.	<p>130112468 9441452 130112070</p>
5	Colocar uma manga de nylon com 350 mm de comprimento no feixe 4.	
	Colocar uma manga de nylon com 400 mm de comprimento no feixe 5.	
	Colocar uma manga de nylon com 400 mm de comprimento no feixe 6.	

PT	Tarefas	Ajudas visuais																														
5	<p>Cablagem – Carrinho dos TTs</p>	 <p>350220297-01</p> <table border="1"> <tr> <td>18</td> <td>9441454</td> <td>TERM TUBULAR ISOL 2,5-8,2</td> <td>130110123</td> <td>Marcador Cembre M2-64-12.5-WH1</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>944A0004</td> <td>TERMINAL OLHAL ISOL 1,5 a 2,5</td> <td>130110106</td> <td>Marcador Cembre M2-64-25-WH1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>9442862</td> <td>TERM OLHAL ISOL 6-5 REF GF-M5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>944A0007</td> <td>TERM Olhal Isol - 4 a 6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1400mm</td> <td>1617026</td> <td>TUBO PVC PRETO D 15X16</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>130101443</td> <td>FICHA SOP HDCE HE 10 MS MALE</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	18	9441454	TERM TUBULAR ISOL 2,5-8,2	130110123	Marcador Cembre M2-64-12.5-WH1	10	944A0004	TERMINAL OLHAL ISOL 1,5 a 2,5	130110106	Marcador Cembre M2-64-25-WH1	2	9442862	TERM OLHAL ISOL 6-5 REF GF-M5			5	944A0007	TERM Olhal Isol - 4 a 6			1400mm	1617026	TUBO PVC PRETO D 15X16			1	130101443	FICHA SOP HDCE HE 10 MS MALE		
	18	9441454	TERM TUBULAR ISOL 2,5-8,2	130110123	Marcador Cembre M2-64-12.5-WH1																											
	10	944A0004	TERMINAL OLHAL ISOL 1,5 a 2,5	130110106	Marcador Cembre M2-64-25-WH1																											
2	9442862	TERM OLHAL ISOL 6-5 REF GF-M5																														
5	944A0007	TERM Olhal Isol - 4 a 6																														
1400mm	1617026	TUBO PVC PRETO D 15X16																														
1	130101443	FICHA SOP HDCE HE 10 MS MALE																														
<p>Ligação CBT – Gaveta dos TTs</p> <p>Colocar marcadores e mangas (metálica e PVC).</p>	 <p>313180477-01</p> <table border="1"> <tr> <td>400mm</td> <td>13280011</td> <td>COND. S/ HALOG. 2.5 MM2- V/A S</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1350mm</td> <td>10019000</td> <td>TUBO METALICO FLEX. PG16-M20</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1500mm</td> <td>1617026</td> <td>TUBO PVC PRETO D 15X16</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>300mm</td> <td>1617030</td> <td>TUBO PVC PRETO D 10X9</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>130110123</td> <td>Marcador Cembre M2-64-12.5-WH1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>130110106</td> <td>Marcador Cembre M2-64-25-WH1</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	400mm	13280011	COND. S/ HALOG. 2.5 MM2- V/A S			1350mm	10019000	TUBO METALICO FLEX. PG16-M20			1500mm	1617026	TUBO PVC PRETO D 15X16			300mm	1617030	TUBO PVC PRETO D 10X9			8	130110123	Marcador Cembre M2-64-12.5-WH1			12	130110106	Marcador Cembre M2-64-25-WH1			
400mm	13280011	COND. S/ HALOG. 2.5 MM2- V/A S																														
1350mm	10019000	TUBO METALICO FLEX. PG16-M20																														
1500mm	1617026	TUBO PVC PRETO D 15X16																														
300mm	1617030	TUBO PVC PRETO D 10X9																														
8	130110123	Marcador Cembre M2-64-12.5-WH1																														
12	130110106	Marcador Cembre M2-64-25-WH1																														
<p>Ligação CBT – Gaveta dos TTs</p> <p>Colocar terminais e encaixar nas respetivas fichas.</p>	 <p>313180477-01</p> <table border="1"> <tr> <td>10</td> <td>13010301</td> <td>Ficha HDCE C-HD 9M2-SAG</td> <td>1</td> <td>130110106</td> <td>Marcador Cembre M2-64-25-WH1</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>13012234</td> <td>TERMINAL CEMBRE REC. CIP-P12</td> <td>1</td> <td>13010300</td> <td>Conector HDCE-HY 17 MAC</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>130112008</td> <td>TERM Olhal Isol. 4, 6mm2 MM</td> <td>1</td> <td>13010342</td> <td>FICHA SOP HDCE HE 10 FS-FEMALE</td> </tr> </table>	10	13010301	Ficha HDCE C-HD 9M2-SAG	1	130110106	Marcador Cembre M2-64-25-WH1	10	13012234	TERMINAL CEMBRE REC. CIP-P12	1	13010300	Conector HDCE-HY 17 MAC	1	130112008	TERM Olhal Isol. 4, 6mm2 MM	1	13010342	FICHA SOP HDCE HE 10 FS-FEMALE													
10	13010301	Ficha HDCE C-HD 9M2-SAG	1	130110106	Marcador Cembre M2-64-25-WH1																											
10	13012234	TERMINAL CEMBRE REC. CIP-P12	1	13010300	Conector HDCE-HY 17 MAC																											
1	130112008	TERM Olhal Isol. 4, 6mm2 MM	1	13010342	FICHA SOP HDCE HE 10 FS-FEMALE																											
6	<p>Colocar 3 mangas de nylon com 3600 mm de comprimento cada, agrupando numa manga os fios que ligam ao T301 (vermelhos), noutra os fios que ligam ao T302 (amarelos) e, por fim, noutra os que ligam ao T303 (azuis), do feixe 24.</p>	 <p>10800mm 1903951 MANGA ENTRACADA NYLON 30MM</p>																														
7	<p>Colocar manga de nylon com 2900 mm de comprimento no feixe 1.</p>	 <p>CBT</p> <p>8150mm 1903951 MANGA ENTRACADA NYLON 30MM</p>																														

PT	Tarefas	Ajudas visuais												
7	Colocar manga de nylon com 2700 mm de comprimento no feixe 2.	 <p>CBT 2700mm Rearbox</p> <p>400mm 615mm 100mm</p> <p>8150mm 1903951 MANGA ENTRANCADA NYLON 30MM</p>												
	Colocar manga de nylon com 2550 mm de comprimento no feixe 3.	 <p>CBT 2550mm Rearbox</p> <p>400mm 530mm 100mm</p> <p>8150mm 1903951 MANGA ENTRANCADA NYLON 30MM</p>												
	Ligar <i>rearbox</i> , de acordo com as marcações (esta informação pode ser consultada nos próprios fios).													
8	<p>Cortar cabo <i>Pilot Wire</i> com 2480 mm.</p> <p>Descarnar as pontas 70 mm de um dos lados e 120 mm do outro.</p> <p>Colocar marcadores termo retráteis e ponteiras.</p>	 <table border="1" data-bbox="853 1568 1173 1630"> <tr> <td>2480mm</td> <td>130503151</td> <td>Skv Pilot Wire - 1x2x2.5mm2</td> </tr> <tr> <td>100mm</td> <td>110602028</td> <td>TRC TERMO-RETRACTIL 12,7/6,4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>130112315</td> <td>TERM TUBULAR ISOL 2.5 - AWG 14</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>130110106</td> <td>Marcador Cembre M2-64-25-WH1</td> </tr> </table>	2480mm	130503151	Skv Pilot Wire - 1x2x2.5mm2	100mm	110602028	TRC TERMO-RETRACTIL 12,7/6,4	4	130112315	TERM TUBULAR ISOL 2.5 - AWG 14	4	130110106	Marcador Cembre M2-64-25-WH1
	2480mm	130503151	Skv Pilot Wire - 1x2x2.5mm2											
100mm	110602028	TRC TERMO-RETRACTIL 12,7/6,4												
4	130112315	TERM TUBULAR ISOL 2.5 - AWG 14												
4	130110106	Marcador Cembre M2-64-25-WH1												
<p>2 x Shunt terra para os TIs</p> <p>Cortar 180 mm de fio verde/amarelo.</p> <p>Cravar dois terminais olhal.</p>	 <table border="1" data-bbox="853 1937 1173 1977"> <tr> <td>180mm</td> <td>13280016</td> <td>COND. S/ HALOG. 4 MM2 - V/A S</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>9442861</td> <td>TERM OLHAL ISOL 6-8 REF GF-M8</td> </tr> </table>	180mm	13280016	COND. S/ HALOG. 4 MM2 - V/A S	2	9442861	TERM OLHAL ISOL 6-8 REF GF-M8							
180mm	13280016	COND. S/ HALOG. 4 MM2 - V/A S												
2	9442861	TERM OLHAL ISOL 6-8 REF GF-M8												

PT	Tarefas	Ajudas visuais																											
8	<p>Cablagem <i>Kuvag</i> (cabos dos sensores de presença de tensão)</p> <p>Colocar mangas (metálica e PVC), abraçadeiras e passa-cabos.</p>	 <table border="1" data-bbox="853 459 1157 593"> <tr> <td>3</td> <td>130316275</td> <td>9 meter cable for KUVAG VPIs</td> </tr> <tr> <td>400mm</td> <td>1617035</td> <td>TUBO PVC PRETO D 12X13</td> </tr> <tr> <td>2600mm</td> <td>100109002</td> <td>TUBO METALICO FLEX. PG16-M20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>130110138</td> <td>MARC FIOS 4-6 CAB 3, '1'</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>130110139</td> <td>MARC FIOS 4-6 CAB 3, '2'</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>130110140</td> <td>MARC FIOS 4-6 CAB 3, '3'</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>130110198</td> <td>MARC FIOS 4-6 CAB 3, '4'</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>121104074</td> <td>Passa-Cabos ESSENTRA 1251348</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>9060605</td> <td>ABRAC PLAST SERR 2,5X100 PRETA</td> </tr> </table> 	3	130316275	9 meter cable for KUVAG VPIs	400mm	1617035	TUBO PVC PRETO D 12X13	2600mm	100109002	TUBO METALICO FLEX. PG16-M20	2	130110138	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '1'	2	130110139	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '2'	2	130110140	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '3'	6	130110198	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '4'	1	121104074	Passa-Cabos ESSENTRA 1251348	2	9060605	ABRAC PLAST SERR 2,5X100 PRETA
	3	130316275	9 meter cable for KUVAG VPIs																										
	400mm	1617035	TUBO PVC PRETO D 12X13																										
2600mm	100109002	TUBO METALICO FLEX. PG16-M20																											
2	130110138	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '1'																											
2	130110139	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '2'																											
2	130110140	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '3'																											
6	130110198	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '4'																											
1	121104074	Passa-Cabos ESSENTRA 1251348																											
2	9060605	ABRAC PLAST SERR 2,5X100 PRETA																											
<p>Sensor do Higo-termostáto de 3 metros</p> <p>Colocar passa-cabos e três ponteiras.</p>	  <table border="1" data-bbox="869 896 1157 940"> <tr> <td>1</td> <td>140217045</td> <td>ELIWELL Sensor - 3m</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>121104074</td> <td>Passa-Cabos ESSENTRA 1251348</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>130112291</td> <td>TERMINAL CEMBRE REF. PKE508</td> </tr> </table>	1	140217045	ELIWELL Sensor - 3m	1	121104074	Passa-Cabos ESSENTRA 1251348	3	130112291	TERMINAL CEMBRE REF. PKE508																			
1	140217045	ELIWELL Sensor - 3m																											
1	121104074	Passa-Cabos ESSENTRA 1251348																											
3	130112291	TERMINAL CEMBRE REF. PKE508																											
<p>Sensor do Higo-termostáto de 1 metro</p> <p>Colocar passa-cabos e três ponteiras.</p>	  <table border="1" data-bbox="869 1243 1157 1288"> <tr> <td>1</td> <td>140217045</td> <td>ELIWELL Sensor - 1m</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>121104074</td> <td>Passa-Cabos ESSENTRA 1251348</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>130112291</td> <td>TERMINAL CEMBRE REF. PKE508</td> </tr> </table>	1	140217045	ELIWELL Sensor - 1m	1	121104074	Passa-Cabos ESSENTRA 1251348	3	130112291	TERMINAL CEMBRE REF. PKE508																			
1	140217045	ELIWELL Sensor - 1m																											
1	121104074	Passa-Cabos ESSENTRA 1251348																											
3	130112291	TERMINAL CEMBRE REF. PKE508																											

É importante referir que estas IO foram elaboradas para um CBT do Tipo 4, dado este ser o mais complexo e, daí, o mais completo para realizar este estudo sobre a linha de produção de cablagens. Para além disso, os procedimentos a realizar não apresentam diferenças substanciais que justificassem analisar cada um deles individualmente, nem o mesmo seria exequível no horizonte temporal disponível. No entanto, aquando da implementação destas IO, é importante que sejam feitos os ajustes necessários para os restantes tipos de CBT.

Num futuro próximo, a empresa pretende que este tipo de documentação seja acessível ao chão de fábrica em formato digital, possivelmente através do uso de tablets, com o objetivo de fornecer suporte à produção. Com esse intuito, há cerca de um ano foi criado o *SwitchIT* (Figura 21), uma plataforma *web* concebida para substituir as SOP (*Standard Operating Procedures*) generalizadas que existiam junto das linhas de produção, por SOP com instruções de montagem específicas para cada produto através de suportes visuais e textuais.

Switchgear - Aparelhagem

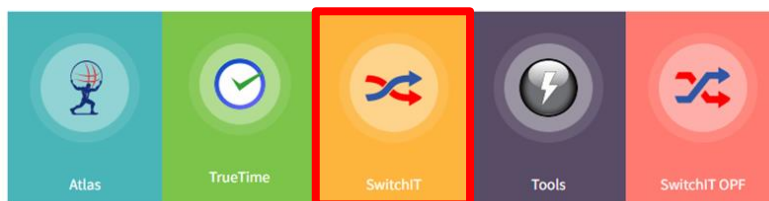


Figura 21 - SwitchIT (Página Inicial)

Para além de permitir visualizar as instruções de trabalho, esta plataforma apresenta inúmeras outras vantagens, entre as quais:

- Redução de papel;
- Controlo em tempo real do processo e rastreabilidade;
- Melhoria da qualidade (através da redução das não conformidades);
- Obtenção de dados em tempo real (tempos, estado da produção);
- Aumento da produtividade com a uniformização da melhor prática de produção;
- Redução do tempo de treino de novos operários;
- Aplicabilidade transversal a todas as fábricas.

O facto de ser uma plataforma *online* possibilita a atualização e manutenção da informação. No entanto, o *software* ainda carece de alguma automatização, pelo que o processo de atualização implica um

esforço considerável. Ainda assim, estando a plataforma criada e em constante desenvolvimento e aprimoramento, o próximo passo envolverá a sua integração gradual no chão de fábrica, de modo a avaliar o seu verdadeiro impacto ao nível da produção.

De volta às IO apresentadas na Tabela 4, apesar de cumprirem com os objetivos inicialmente propostos, chegou-se à conclusão de que estas apresentam algumas limitações.

Na Tabela 5, encontram-se discriminados os prós e os contras associados às mesmas.

Tabela 5 - Prós e Contras das IO

Prós	Contras
Possibilidade de visualizar e compreender como o processo é feito "atualmente".	Instruções feitas especificamente para o CBT do Tipo 4.
Instruções bastante visuais e mais ou menos pormenorizadas do processo.	Sempre que houver alterações no projeto existe a necessidade de alterar as IO de forma manual, o que as torna pouco eficientes.

4.3.4 Realização de Testes na Linha

Após a elaboração das IO apresentadas na subsecção anterior, o passo seguinte envolveu a realização de testes na linha de produção de cablagens. Para isso, reuniram-se todas as informações, ajudas visuais, ferramentas, material e artigos necessários em cada um dos PT da linha. Adicionalmente, cada um destes PT foi minuciosamente preparado, tendo-se dado atenção a pormenores que estavam pendentes, de forma a garantir que os testes na linha pudessem ser concretizados de forma eficaz.

O principal propósito destes testes consistiu em avaliar o processo "atual" em mais detalhe, nomeadamente para a obtenção dos tempos de execução médios de cada tarefa e para tornar perceptível se as IO desenvolvidas eram suficientemente claras e inteligíveis para o operador. Para além disso, uma vez que a linha de produção não se encontrava operacional, esta abordagem revelou-se a mais pertinente para identificar os principais problemas existentes assim como as possíveis oportunidades de melhoria.

Para cada um dos PT definiu-se um conjunto de feixes ou molhadas a processar, uma vez que não se justificava executar as operações de cada PT nos 25 feixes (357 linhas), para efeitos de teste. Os tempos totais foram depois calculados por meio de interpolação linear.

Assim, e com a colaboração da equipa da Produção, mais concretamente de um electricista experiente numa outra linha de produção da fábrica, deu-se início ao período de testes, o qual teve a duração de cerca de duas semanas.

Em seguida, são enumeradas as tarefas desempenhadas em cada PT, os feixes selecionados para efeitos de teste, a lista de artigos e ferramentas associadas a cada um dos postos, assim como uma breve descrição do respetivo teste levado a cabo.

Posto de Trabalho 1

Neste PT são executadas essencialmente duas tarefas: o corte de linhas e a cravação de ponteiros simples. No entanto, o principal objetivo para este posto consistiu em avaliar o tempo despendido no corte de linhas. Para isso, escolheu testar-se quanto tempo é que um operador demora a cortar todos os fios de cor preta e secção 2,50 mm², cujo comprimento final deverá ser inferior a 600 mm. Esta escolha está relacionada com uma melhoria previamente pensada, que será explorada em mais detalhe no capítulo 5, e a qual foi testada igualmente com os fios de cor preta e secção 2,50 mm², para efeitos de comparação direta.

Na Figura 22 (A e B) é possível observar o PT 1 contendo os artigos, as ferramentas e as ajudas necessárias à execução das tarefas desempenhadas neste posto.

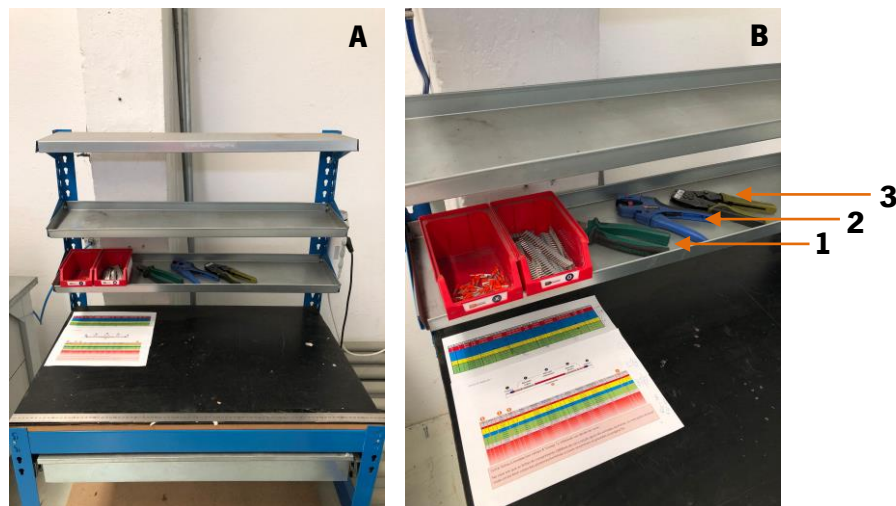


Figura 22 - Posto de Trabalho 1

De seguida apresentam-se as listas de artigos e ferramentas necessárias neste PT, bem como a descrição do teste levado a cabo.

Lista de Artigos:

Tabela 6 - Artigos PT 1

Código	Descrição
130112069	TERM TUBULAR ISOL 4-10
130112315	TERM TUBULAR ISOL 2,5 - AWG 14

Lista de Ferramentas:

1. Alicates de corte;
2. Alicates de descarnar;
3. Alicates de cravar ponteiros.

Descrição do Teste

Para além das ajudas visuais, foi também disponibilizada ao operador a lista apresentada na Tabela 7, a qual corresponde a um excerto do ficheiro Excel (Anexo 1), contendo apenas as linhas a processar no decorrer deste teste.

Tabela 7 - Excerto ficheiro Excel (Anexo 1)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
15	4	Black	2.50	F102:70	944A0002	F102:70/F102:72	P09	F102:72	944A0002	F102:72/F102:70	P09	150	
15	5	Black	2.50	F102:72	944A0002	F102:72/F102:74	P09	F102:74	944A0002	F102:74/F102:72	P09	150	
17	2	Black	2.50	B100:A1	130112315	B100:A1/B100:13	C1-dir	B100:13	9441452	B100:13/B100:A1	C1-esq	559	H (!) - *1
17	3	Black	2.50	B100:A2	130112315	B100:A2/XBT.ac:7	C1-dir	XBT.ac:7:a	130112315	XBT.ac:7/B100:A2	PE1-dir	528	H (!)
17	5	Black	2.50	B101:6	Meio descarnado	B101:6/XBT.ac:2	C1-dir	XBT.ac:2:a	130112315	XBT.ac:2/B101:6	PE1-dir	584	H (!) - *2
17	6	Black	2.50	B101:9	130112315	B101:9/XBT.ac:16	C1-dir	XBT.ac:16:a	130112315	XBT.ac:16/B101:9	PE1-dir	574	H (!)
17	7	Black	2.50	B100:13	Meio descarnado	B100:13/XBT.ac:2	C1-esq	XBT.ac:2:b	130112315	XBT.ac:2/B100:13	PE1-esq	580	H (!) - *1
21	8	Black	2.50	XBT.ac:21:a	130112315	XBT.ac:21/Q201:4	F1-dir	Q201:4	130112315	Q201:4/XBT.ac:21	PE2-esq	539	H (!)
21	9	Black	2.50	XBT.ac:22:a	130112315	XBT.ac:22/Q201:2	F1-dir	Q201:2	130112315	Q201:2/XBT.ac:22	PE2-esq	563	H (!)
23	1	Black	2.50	X0.ac:4:b	130112315	X0.ac:4/Q201:1	PE1-esq	Q201:1	Meio descarnado	Q201:1/X0.ac:4	PE2-dir	353	H (!) - *1
23	2	Black	2.50	X0.ac:2:b	130112315	X0.ac:2/Q201:3	PE1-esq	Q201:3	Meio descarnado	Q201:3/X0.ac:2	PE2-dir	380	H (!) - *2
23	4	Black	2.50	Q201:1	9441452	Q201:1/Q202:1	PE2-dir	Q202:1	130112315	Q202:1/Q201:1	PE2-dir	150	H (!) - *1
23	5	Black	2.50	Q201:3	9441452	Q201:3/Q202:3	PE2-dir	Q202:3	130112315	Q202:3/Q201:3	PE2-dir	150	H (!) - *2

A estratégia utilizada envolveu o processamento feixe a feixe, assegurando que a associação de cada fio a ser tratado com o respetivo feixe não fosse perdida. Assim sendo, o operador começou por medir e cortar cada um dos dois fios (entregues na linha com 600 mm de comprimento) do feixe 15 com as medidas indicadas na penúltima coluna ("Compr.") da Tabela 7, sendo que, neste caso, não foi necessária a execução de mais nenhuma operação nesses mesmos fios. Em seguida, fez o mesmo procedimento para as cinco linhas do feixe 17, tendo, posteriormente, cravado apenas ponteiros de secção 2,50 mm² (artigo 130112315). A mesma abordagem repetiu-se até que todas as 13 linhas do ficheiro selecionadas para este teste estivessem devidamente concluídas.

Posto de Trabalho 2

No PT 2 são também executadas duas tarefas: a cravação de ponteiros *harting* (para fichas de conexão) e a colocação de marcadores termo retráteis. Contudo, considerando que a segunda tarefa é igualmente desempenhada no PT seguinte, optou por se testar apenas o tempo despendido na cravação deste tipo de ponteiros. Para esse efeito, selecionou-se o feixe 4, dado que corresponde a um dos três feixes que levam este tipo de ponteiros (feixes 4, 5 e 6).

Na Figura 23 (A e B) é possível observar o PT 2 contendo os artigos, as ferramentas e as ajudas necessárias à execução das tarefas desempenhadas neste posto.

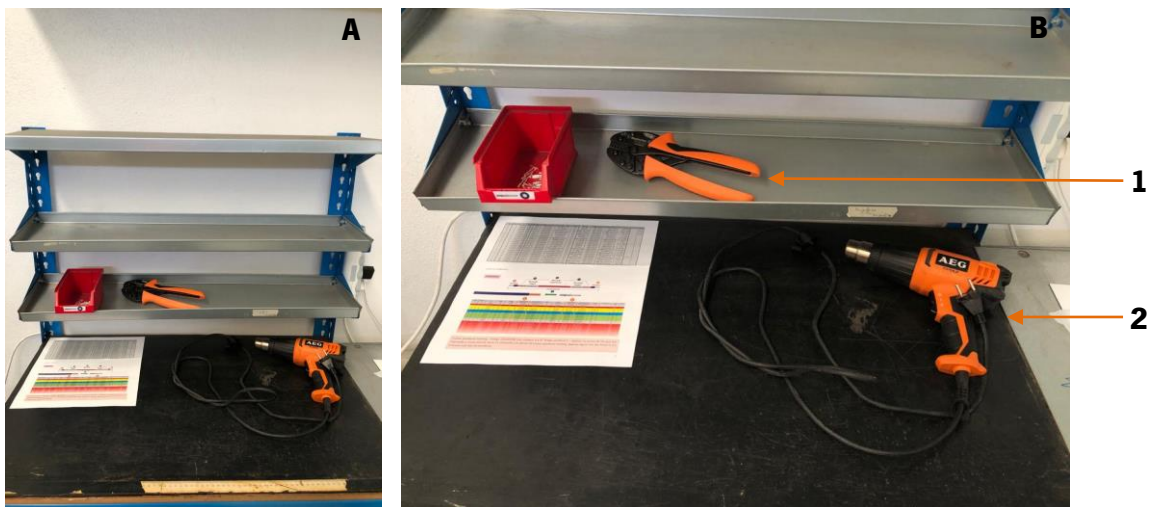


Figura 23 - Posto de Trabalho 2

De seguida apresentam-se as listas de artigos e ferramentas necessárias neste PT, assim como a descrição do teste levado a cabo.

Lista de Artigos

Tabela 8 - Artigos PT 2

Código	Descrição
130103242	Pino ref. HDC-C-HD-BM2.5AG

Nota: os marcadores termo retráteis são entregues juntamente com as linhas da KOMAX.

Lista de Ferramentas

1. Alicates de cravar ponteiros *harting*;
2. Pistola de ar quente.

Descrição do Teste

Novamente, foi disponibilizada ao operador uma lista que continha apenas as linhas a executar neste posto para efeitos de teste, a qual se encontra discriminada na Tabela 9.

Tabela 9 - Excerto ficheiro Excel (Anexo 1)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
4	2	Black	2.50	Fd:6	130103242	Fd:6/K71:16	Fd	K71:16	130112315	K71:16/Fd:6	C2-esq		H (!)
4	3	Black	2.50	Fd:7	130103242	Fd:7/Q202:2	Fd	Q202:2	130112315	Q202:2/Fd:7	PE2-esq		H (!)
4	4	Black	2.50	Fd:71	130103242	Fd:71/XBT.ac:17	Fd	XBT.ac:17:b	130112315	XBT.ac:17/Fd:71	PE1-esq		H (!)
4	5	Black	2.50	Fd:72	130103242	Fd:72/XBT.ac:8	Fd	XBT.ac:8:a	130112315	XBT.ac:8/Fd:72	PE1-dir		H (!)
4	6	Grey	2.50	Fd:1	130103242	Fd:1/XBT.dc:7	Fd	XBT.dc:7:a	130112315	XBT.dc:7/Fd:1	C2-dir		
4	7	Grey	2.50	Fd:2	130103242	Fd:2/XBT:8	Fd	XBT:8:b	130112315	XBT:8/Fd:2	C1-esq		
4	8	Grey	2.50	Fd:4	130103242	Fd:4/X1:23	Fd	X1:23:b	130112315	X1:23/Fd:4	F1-esq		
4	9	Grey	2.50	Fd:8	130103242	Fd:8/XBT.dc:22	Fd	XBT.dc:22:b	130112315	XBT.dc:22/Fd:8	C2-esq		
4	10	Grey	2.50	Fd:9	130103242	Fd:9/F102:25	Fd	F102:25	944A0002	F102:25/Fd:9	P07		
4	11	Grey	2.50	Fd:14	130103242	Fd:14/X1:24	Fd	X1:24:b	130112315	X1:24/Fd:14	F1-esq		
4	12	Grey	2.50	Fd:15	130103242	Fd:15/X1:30	Fd	X1:30:b	130112315	X1:30/Fd:15	F1-esq		
4	13	Grey	2.50	Fd:18	130103242	Fd:18/S202:2	Fd	S202:2	130112315	S202:2/Fd:18	P04		
4	14	Grey	2.50	Fd:19	130103242	Fd:19/K71:A1	Fd	K71:A1	130112315	K71:A1/Fd:19	C2-esq		
4	15	Grey	2.50	Fd:21	130103242	Fd:21/XBT.dc:10	Fd	XBT.dc:10:b	130112315	XBT.dc:10/Fd:21	C2-esq		
4	16	Grey	2.50	Fd:22	130103242	Fd:22/X1:29	Fd	X1:29:b	130112315	X1:29/Fd:22	F1-esq		
4	17	Grey	2.50	Fd:23	130103242	Fd:23/XBT.dc:32	Fd	XBT.dc:32:b	130112315	XBT.dc:32/Fd:23	C2-esq		
4	18	Grey	2.50	Fd:24	130103242	Fd:24/XBT.dc:33	Fd	XBT.dc:33:b	130112315	XBT.dc:33/Fd:24	C2-esq		
4	19	Grey	2.50	Fd:25	130103242	Fd:25/Fd:63	Fd	Fd:63	130103242	Fd:63/Fd:25	Fd	127	
4	20	Grey	2.50	Fd:26	130103242	Fd:26/XBT.dc:12	Fd	XBT.dc:12:a	130112315	XBT.dc:12/Fd:26	C2-dir		
4	21	Grey	2.50	Fd:27	130103242	Fd:27/H103:x1	Fd	H103:x1	130112315	H103:x1/Fd:27	P04		
4	22	Grey	2.50	Fd:28	130103242	Fd:28/XBT.dc:12	Fd	XBT.dc:12:b	130112315	XBT.dc:12/Fd:28	C2-esq		
4	23	Grey	2.50	Fd:29	130103242	Fd:29/H102:x1	Fd	H102:x1	130112315	H102:x1/Fd:29	P04		

O operador percorreu as 22 linhas do feixe 4 uma a uma de modo a identificar em qual (quais) da(s) extremidade(s) do fio condutor deveria cravar este tipo de ponteira, realizando a cravação à medida que avançava.

Posto de Trabalho 3

Neste posto é executada uma única tarefa: a colocação de marcadores termo retráteis, pelo que o objetivo consistiu em contabilizar o tempo despendido na realização da mesma. Uma vez mais, a escolha recaiu sobre o feixe 4, não existindo neste caso uma justificação mais evidente, se não dar seguimento ao processamento do mesmo.

Na Figura 24 (A e B) é possível observar o PT 3 contendo os artigos, as ferramentas e as ajudas necessárias à execução das tarefas desempenhadas neste posto.

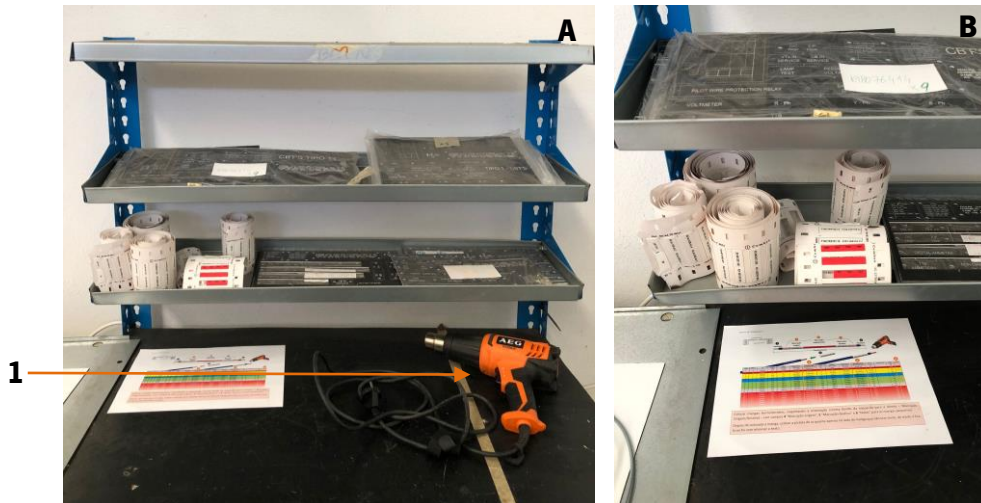


Figura 24 - Posto de Trabalho 3

De seguida apresentam-se as listas de artigos e ferramentas necessárias neste PT, bem como a descrição do teste levado a cabo.

Lista de Artigos

Nota: os marcadores termo retráteis são entregues juntamente com as linhas da KOMAX.

Lista de Ferramentas

1. Pistola de ar quente.

Descrição do Teste

A lista fornecida ao operador foi, uma vez mais, a anteriormente apresentada na Tabela 9, tendo sido colocados 52 marcadores termo retráteis.

A colocação de marcadores termo retráteis é, neste caso, uma exigência por parte do cliente, por uma questão de visibilidade e legibilidade da "Marcação origem" e da "Marcação destino" gravadas no fio. Deste modo, aquando da colocação dos marcadores, o operador apenas precisou de comparar aquilo que estava escrito no próprio fio condutor com o que estava escrito no marcador e fazer a devida correspondência, aquecendo o marcador com o auxílio da pistola de ar quente.

No entanto, é importante salientar que as linhas podem levar um segundo marcador (mais pequeno) sendo que, neste caso, o texto nele presente não se encontra gravado no fio. Assim, o operador precisa obrigatoriamente de consultar a lista fornecida, encontrando-se esta informação disponível na última

coluna da tabela ("Notas"). Se não tiver nada escrito é porque não leva um segundo marcador; caso contrário, levará um marcador contendo o texto que se encontra na tabela. No caso do feixe 4, e observando a Tabela 9, é possível concluir que as quatro primeiras linhas levam um segundo marcador (em ambas as extremidades) no qual está escrito "H(!)". O operador optou por processar estas linhas em primeiro lugar, não correndo assim o risco de se esquecer de colocar estes marcadores, dado que os mesmos devem ficar posicionados mais externamente em relação aos maiores.

Posto de Trabalho 4

No PT 4 são executadas duas tarefas: a cravação de terminais e a cravação de ponteiros duplas. Uma vez que existem algumas diferenças no processo, a cravação destes artigos foi avaliada individualmente. Para isso foram feitos dois testes: um para avaliar o tempo gasto na cravação de terminais (feixe 14) e outro para avaliar o tempo gasto na cravação de ponteiros duplas (feixes 7, 9, 10 e 14).

Na Figura 25 (A e B) é possível observar o PT 4 contendo os artigos, as ferramentas e as ajudas necessárias à execução das tarefas desempenhadas neste posto.

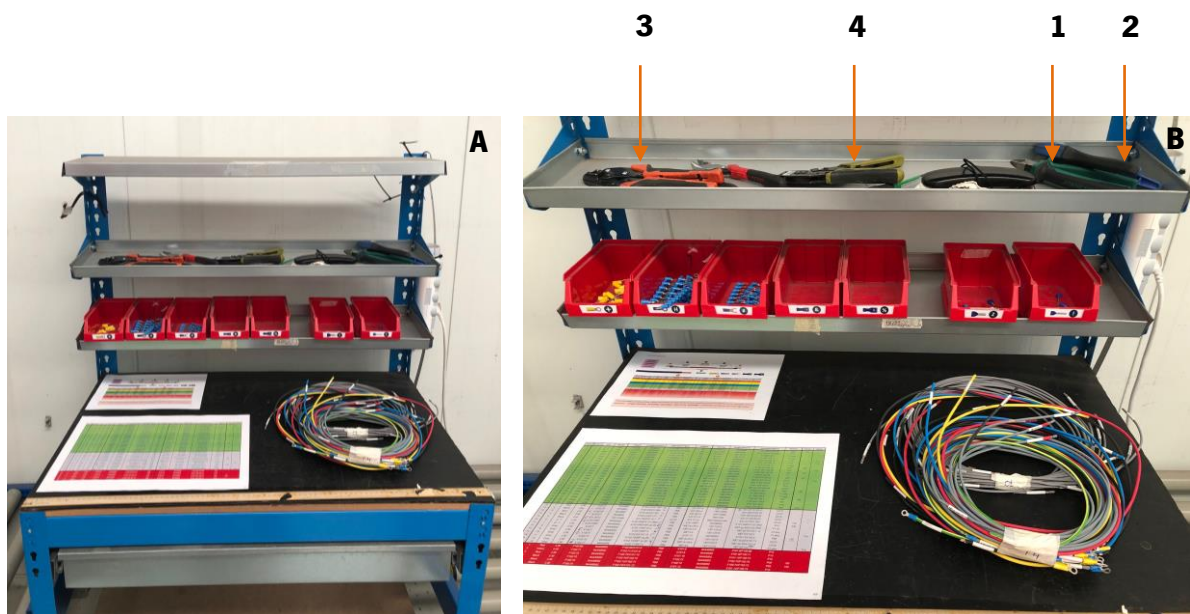


Figura 25 - Posto de Trabalho 4

De seguida apresentam-se as listas de artigos e ferramentas necessárias neste PT, assim como a descrição dos dois testes levados a cabo.

Lista de Artigos

Tabela 10 - Artigos PT 4

Código	Descrição
944A0001	TERMINAL FORQ ISOL - 1.5 a 2.5
944A0003	TERMINAL FASTON ISOL F608P
9442862	TERM OLHAL ISOL 6-5 REF GF-M5
130112276	TERMINAL BF-F408P
9441452	TERM TUBULAR ISOL DUPL 2,5-9
130112468	TERM DUPLO ISOL 2,5-18

Lista de Ferramentas

1. Alicate de corte;
2. Alicate de descarnar;
3. Alicate de cravar terminais;
4. Alicate de cravar ponteiras.

Descrição do Teste 1

Neste primeiro teste, forneceu-se ao operador a lista apresentada na Tabela 11.

Tabela 11 - Excerto ficheiro Excel (Anexo 1)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteria	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteria	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
14	1	Red	4.00	X102:21	9442862	X102:21/X31:301	P08	X31:301:a	130112069	X31:301/X102:21	C2-dir		
14	2	Yellow	4.00	X102:23	9442862	X102:23/X31:304	P08	X31:304:a	130112069	X31:304/X102:23	C2-dir		
14	3	Blue	4.00	X102:25	9442862	X102:25/X31:307	P08	X31:307:a	130112069	X31:307/X102:25	C2-dir		
14	4	Black	4.00	X102:27	9442862	X102:27/X31:311	P08	X31:311:a	9441452	X31:311/X102:27	C2-dir		*
14	5	Black	4.00	X31:303:a	130112069	X31:303/X31:311	C2-dir	X31:311:a	Meio descarnado	X31:311/X31:303	C2-dir	150	*
14	6	G / Y	2.50	X102:GND	944A0002	X102:GND/X101:GND	P08	X101:GND	944A0002	X101:GND/X102:GND	P10	230	
14	7	G / Y	2.50	X102:GND	944A0002	X102:GND/XBT.ac:35	P08	XBT.ac:35:a	130112315	XBT.ac:35/X102:GND	F1-dir		
14	8	Grey	2.50	X102:1	944A0002	X102:1/XBT.dc:2	P08	XBT.dc:2:b	130112315	XBT.dc:2/X102:1	C2-esq		
14	9	Grey	2.50	X102:3	944A0002	X102:3/XBT:4	P08	XBT:4:b	130112315	XBT:4/X102:3	C1-esq		Trip
14	10	Grey	2.50	X102:5	944A0002	X102:5/X102:13	P08	X102:13	944A0002	X102:13/X102:5	P08	150	
14	11	Grey	2.50	X102:13	944A0002	X102:13/XBT.dc:23	P08	XBT.dc:23:a	130112315	XBT.dc:23/X102:13	C2-dir		
14	12	Grey	2.50	X102:15	944A0002	X102:15/XBT.dc:26	P08	XBT.dc:26:a	130112315	XBT.dc:26/X102:15	C2-dir		
14	13	Grey	2.50	X102:17	944A0002	X102:17/XBT:5	P08	XBT:5:b	130112315	XBT:5/X102:17	C1-esq		Trip

O operador começou por retirar as linhas do feixe 14 uma a uma e identificar quais delas levavam algum dos quatro tipos de terminais cravados neste PT. À medida que fazia essas constatações, procedia à cravação dos mesmos, que, neste caso, incluíam apenas os dois tipos de terminal de olhal e totalizavam 14 (artigo 9442862 e artigo 944A0002).

Descrição do Teste 2

No segundo teste, forneceu-se ao operador a lista apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 - Excerto ficheiro Excel (Anexo 1)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
7	1	Red	4.00	P301:1	9442862	P301:1/X31:331	P01	X31:331:a	130112069	X31:331/P301:1	C2-dir		
7	2	Yellow	4.00	P302:1	9442862	P302:1/X31:352	P01	X31:352:a	130112069	X31:352/P302:1	C2-dir		
7	3	Blue	4.00	P303:1	9442862	P303:1/X31:335	P01	X31:335:a	130112069	X31:335/P303:1	C2-dir		
7	4	Black	4.00	P301:2	9442862	P301:2/P302:2	P01	P302:2	9442862	P302:2/P301:2	P01	311	
7	5	Black	4.00	P302:2	9442862	P302:2/P303:2	P01	P303:2	9442862	P303:2/P302:2	P01	309	
7	6	Black	4.00	P303:2	9442862	P303:2/X31:338	P01	X31:338:a	9441452	X31:338/P303:2	C2-dir		*
7	7	Black	4.00	X31:332:a	130112069	X31:332/X31:338	C2-dir	X31:338:a	Meio descamado	X31:338/X31:332	C2-dir	150	*
7	8	Black	2.50	P401:1	944A0002	P401:1/S401:1	P01	S401:1	944A0001	S401:1/P401:1	P03		
7	9	Black	2.50	P401:2	944A0002	P401:2/S401:1	P01	S401:1	944A0001	S401:1/P401:2	P03		
9	1	Red	2.50	S401:2	944A0001	S401:2/X42:402	P03	X42:402:b	130112315	X42:402/S401:2	F1-esq		
9	2	Yellow	2.50	S401:6	944A0001	S401:6/X42:404	P03	X42:404:b	130112315	X42:404/S401:6	F1-esq		
9	3	Blue	2.50	S401:8	944A0001	S401:8/X42:406	P03	X42:406:b	130112315	X42:406/S401:8	F1-esq		
9	4	G / Y	2.50	H400:GND	944A0003	H400:GND/XBT.ac:34	P03	XBT.ac:34:a	130112315	XBT.ac:34/H400:GND	F1-dir		
9	5	Grey	2.50	H400:1	9441452	H400:1/H400:10	P03	H400:10	130112315	H400:10/H400:1	P03	345	*1
9	6	Grey	2.50	H400:1	Meio descamado	H400:1/XBT.dc:14	P03	XBT.dc:14:a	130112315	XBT.dc:14/H400:1	C2-dir		*1
9	7	Grey	2.50	H400:4	9441452	H400:4/F102:13	P03	F102:13	944A0002	F102:13/H400:4	P07		*2
9	8	Grey	2.50	H400:4	Meio descamado	H400:4/F103:F4	P03	F103:F4	944A0002	F103:F4/H400:4	P05		*2
9	9	Grey	2.50	H400:5	130112315	H400:5/X1:42	P03	X1:42:b	130112315	X1:42/H400:5	F1-esq		
9	10	Grey	2.50	H400:11	130112315	H400:11/XBT.dc:17	P03	XBT.dc:17:a	130112315	XBT.dc:17/H400:11	C2-dir		
9	11	Grey	2.50	K51:15	130112315	K51:15/K51:A1	C2-esq	K51:A1	Meio descamado	K51:A1/K51:15	C2-dir		*3
9	12	Grey	2.50	S201:4E	130112315	S201:4E/S202:x1	P03	S202:x1	130112315	S202:x1/S201:4E	P04	243	
9	13	Grey	2.50	S903:1	944A0001	S903:1/K51:B1	P03	K51:B1	130112315	K51:B1/S903:1	C2-dir		
9	14	Grey	2.50	S903:2	944A0001	S903:2/K51:A1	P03	K51:A1	9441452	K51:A1/S903:2	C2-dir		*3
10	1	Grey	2.50	H101:x1	130112315	H101:x1/S201:4A	P04	S201:4A	130112315	S201:4A/H101:x1	P04	320	
10	2	Grey	2.50	H101:x2	130112315	H101:x2/H102:x2	P04	H102:x2	130112315	H102:x2/H101:x2	P04	250	
10	3	Grey	2.50	H101:x2	130112315	H101:x2/S202:x2	P04	S202:x2	130112315	S202:x2/H101:x2	P04	390	
10	4	Grey	2.50	H102:x1	130112315	H102:x1/S201:4B	P04	S201:4B	130112315	S201:4B/H102:x1	P04	390	
10	5	Grey	2.50	H102:x2	130112315	H102:x2/H103:x2	P04	H103:x2	130112315	H103:x2/H102:x2	P04	250	
10	6	Grey	2.50	H103:x1	130112315	H103:x1/S201:4C	P04	S201:4C	130112315	S201:4C/H103:x1	P04	390	
10	7	Grey	2.50	H103:x2	130112315	H103:x2/H104:x2	P04	H104:x2	130112315	H104:x2/H103:x2	P04	460	
10	8	Grey	2.50	H104:x1	130112315	H104:x1/S201:4D	P04	S201:4D	130112315	S201:4D/H104:x1	P04	510	
10	9	Grey	2.50	Q205:4	Meio descamado	Q205:4/XBT.dc:11	C1-esq	XBT.dc:11:a	130112315	XBT.dc:11/Q205:4	C2-dir	255	*
10	10	Grey	2.50	S201:3C	130112315	S201:3C/XBT.dc:13	P04	XBT.dc:13:a	130112315	XBT.dc:13/S201:3C	C2-dir		
10	11	Grey	2.50	S202:1	130112315	S202:1/Q205:4	P04	Q205:4	9441452	Q205:4/S202:1	C1-esq		*
10	12	Grey	2.50	S202:2	130112315	S202:2/K71:25	P04	K71:25	130112315	K71:25/S202:2	C2-dir		
10	13	Grey	2.50	S202:x1	130112315	S202:x1/K71:28	P04	K71:28	130112315	K71:28/S202:x1	C2-dir		
10	14	Grey	2.50	S202:x2	130112315	S202:x2/XBT.dc:16	P04	XBT.dc:16:a	130112315	XBT.dc:16/S202:x2	C2-dir		
14	1	Red	4.00	X102:21	9442862	X102:21/X31:301	P08	X31:301:a	130112069	X31:301/X102:21	C2-dir		
14	2	Yellow	4.00	X102:23	9442862	X102:23/X31:304	P08	X31:304:a	130112069	X31:304/X102:23	C2-dir		
14	3	Blue	4.00	X102:25	9442862	X102:25/X31:307	P08	X31:307:a	130112069	X31:307/X102:25	C2-dir		
14	4	Black	4.00	X102:27	9442862	X102:27/X31:311	P08	X31:311:a	9441452	X31:311/X102:27	C2-dir		*
14	5	Black	4.00	X31:303:a	130112069	X31:303/X31:311	C2-dir	X31:311:a	Meio descamado	X31:311/X31:303	C2-dir	150	*
14	6	G / Y	2.50	X102:GND	944A0002	X102:GND/X101:GND	P08	X101:GND	944A0002	X101:GND/X102:GND	P10	230	
14	7	G / Y	2.50	X102:GND	944A0002	X102:GND/XBT.ac:35	P08	XBT.ac:35:a	130112315	XBT.ac:35/X102:GND	F1-dir		
14	8	Grey	2.50	X102:1	944A0002	X102:1/XBT.dc:2	P08	XBT.dc:2:b	130112315	XBT.dc:2/X102:1	C2-esq		
14	9	Grey	2.50	X102:3	944A0002	X102:3/XBT:4	P08	XBT:4:b	130112315	XBT:4/X102:3	C1-esq		Trip
14	10	Grey	2.50	X102:5	944A0002	X102:5/X102:13	P08	X102:13	944A0002	X102:13/X102:5	P08	150	
14	11	Grey	2.50	X102:13	944A0002	X102:13/XBT.dc:23	P08	XBT.dc:23:a	130112315	XBT.dc:23/X102:13	C2-dir		
14	12	Grey	2.50	X102:15	944A0002	X102:15/XBT.dc:26	P08	XBT.dc:26:a	130112315	XBT.dc:26/X102:15	C2-dir		
14	13	Grey	2.50	X102:17	944A0002	X102:17/XBT:5	P08	XBT:5:b	130112315	XBT:5/X102:17	C1-esq		Trip

A cravação de ponteiros duplas exige um esforço adicional, no sentido em que o operador tem de perceber como agrupar corretamente as linhas que levam este tipo de ponteiros. Como o próprio nome indica as linhas devem ser agrupadas aos pares, sendo que estas deverão ter a mesma origem, o mesmo destino ou a origem e o destino em comum. No entanto, dado que esta leitura não é imediata, na última coluna da Tabela 12 encontra-se disponível uma simbologia que facilita consideravelmente esta tarefa para o operador. Por exemplo, no caso do feixe 7, as linhas que contêm um "*" na coluna "Notas" formam um par. Esta informação pode ser confirmada pelo facto de que estas linhas apresentam o mesmo destino (X31:338:a).

O método utilizado envolveu o processamento feixe a feixe, sendo que, em cada um deles, à medida que o operador identificava um par (tendo sido identificados 6 pares no total), procedia à cravação da respetiva ponteira dupla (artigo 9441452 e artigo 130112468).

Posto de Trabalho 5

No PT 5 apenas foram testadas duas tarefas: a colocação de mangas de nylon e a ligação dos feixes às respetivas fichas de conexão. Neste caso, a amostra escolhida para medição dos tempos era composta pelas linhas do feixe 5, o qual faz parte dos três feixes que levam ficha (feixes 4, 5 e 6).

Na Figura 26 (A e B) é possível observar o PT 5 contendo os artigos, as ferramentas e as ajudas necessárias à execução das tarefas desempenhadas neste posto.



Figura 26 - Posto de Trabalho 5

É relevante mencionar que a ferramenta para suporte de fichas (Figura 26, 3) foi desenvolvida durante o período de estágio em conjunto com a equipa do departamento de Engenharia Industrial, tendo sido obtida na impressora 3D da empresa. Feita em PLA (Poliácido Láctico), esta ferramenta contém dois ímanes embebidos, os quais garantem que a chapa de suporte das fichas permanece imóvel durante a conexão de cada um dos fios aos respetivos pinos da ficha.

A ferramenta em questão pode ser visualizada em mais pormenor nas Figuras 27 e 28.



Figura 27 - Ferramenta para suporte de fichas (Creo Parametric)

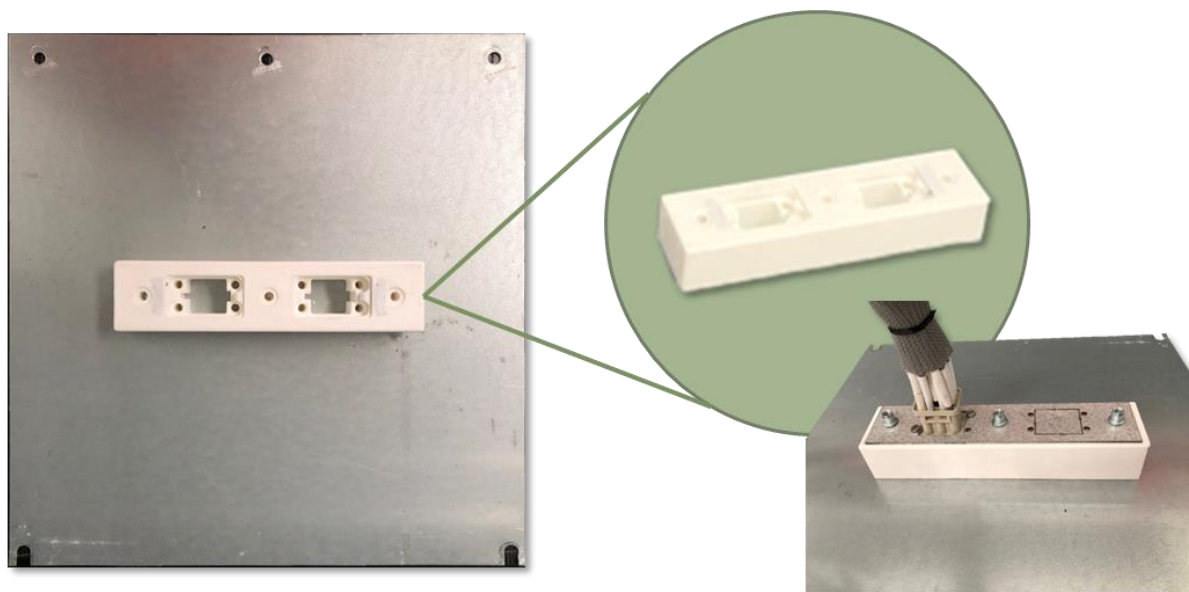


Figura 28 - Ferramenta para suporte de fichas

De seguida apresentam-se as listas de artigos e ferramentas necessárias neste PT, bem como a descrição do teste levado a cabo.

Lista de Artigos

Tabela 13 - Artigos PT 5

Código	Descrição
1903951	MANGA ENTRANCADA NYLON 30MM
9060605	ABRAC PLAST SERR 2,5X100 PRETA
130101362	FICHA HARTING-30x2.5mm2-CBT
130103239	Conector HDC HQ 17 FC
313200460-01	OBTURADOR

Lista de Ferramentas

1. Chave de estrelas ou Chave *Philips*;
2. Martelo;
3. Ferramenta para suporte de fichas;
4. Alicates de corte (não se encontra visível na Figura 26).

Descrição do Teste

Neste teste, apenas foram disponibilizadas as ajudas visuais e a indicação do feixe a processar, dado que a restante informação necessária à execução das tarefas se encontra presente nos próprios fios condutores.

O operador iniciou o processo envolvendo todos os fios do feixe com uma manga de nylon, servindo esta para proteger os mesmos contra o desgaste e outros danos mecânicos que podem ocorrer dentro da cela MT. Estas mangas devem permanecer o mais imóveis possível, tornando-se isto viável através do uso de abraçadeiras. Em seguida, o operador abriu a furação da chapa de suporte destinada à ficha Fd, com o auxílio do martelo; fixou a ficha à chapa de suporte, apertando os parafusos; e, finalmente, colocou o conjunto (ficha + chapa de suporte) na ferramenta para suporte de fichas.

Por fim, o operador pegou nos 17 fios do feixe um a um e, com base na sua identificação, conectou cada um deles ao pino correspondente. Por exemplo, no caso da "Marcação origem" ser Fd:6/K71:16, significa que este fio irá ligar ao pino **6** da ficha **Fd**, seguindo-se o mesmo raciocínio para os restantes.

Posto de Trabalho 6

Neste posto é executada apenas uma tarefa: a colocação de mangas de nylon no feixe 24 que será posteriormente conectado ao transformador de corrente (TI), pelo que o objetivo consistiu na contabilização do tempo despendido na realização desta mesma tarefa.

Na Figura 29 (A e B) é possível observar o PT 6 contendo os artigos, as ferramentas e as ajudas necessárias à execução das tarefas desempenhadas neste posto.



Figura 29 - Posto de Trabalho 6

De seguida apresentam-se as listas de artigos e ferramentas necessárias neste PT, bem como a descrição do teste levado a cabo.

Lista de Artigos

Tabela 14 - Artigos PT 6

Código	Descrição
1903951	MANGA ENTRANCADA NYLON 30MM
9060605	ABRAC PLAST SERR 2,5X100 PRETA

Lista de Ferramentas

1. Alicates de corte.

Descrição do Teste

Em primeiro lugar, o feixe 24 é dividido por cores em três grupos de fios – vermelho, amarelo e azul –, consoante o transformador ao qual irão ser conectados – T301, T302 e T303, respetivamente.

Dado que os fios apresentam um comprimento considerável e, conseqüentemente, as mangas de nylon também (3600 mm), o operador começou por envolver as extremidades dos fios com fita cola de papel, de modo a facilitar o processo de passagem dos mesmos por toda a extensão da manga. Isso evita que algum fio se perca pelo caminho ou fique preso no interior da manga.

Posto de Trabalho 7

Neste PT são executadas essencialmente duas tarefas: a colocação de mangas de nylon nos feixes 1, 2 e 3 e a ligação dos mesmos à régua de bornes, a qual deverá posteriormente ser incorporada na *rearbox*. Dado que o tempo despendido na colocação de mangas de nylon já foi previamente avaliado, o objetivo resumiu-se na contabilização do tempo gasto na segunda tarefa deste posto.

Na Figura 30 (A e B) é possível observar o PT 7 contendo os artigos, as ferramentas e as ajudas necessárias à execução das tarefas desempenhadas neste posto.



Figura 30 - Posto de Trabalho 7

De seguida apresentam-se as listas de artigos e ferramentas necessárias neste PT, assim como a descrição do teste levado a cabo.

Lista de Artigos

Tabela 15 - Artigos PT 7

Código	Descrição
1903951	MANGA ENTRANCADA NYLON 30MM
9060605	ABRAC PLAST SERR 2,5X100 PRETA

Lista de Ferramentas

1. Chave de fendas;
2. Alicates de corte.

Descrição do Teste

Em primeiro lugar, o operador começou por colocar a manga de nylon no feixe 1, seguindo a mesma estratégia utilizada no posto anterior. Em seguida, fez corresponder cada um dos fios a um dos bornes da régua, apertando-os com o auxílio da chave de fendas. Uma vez mais, toda a informação necessária à elaboração desta tarefa encontra-se presente no próprio fio e na régua de bornes. Por exemplo, se a "Marcação origem" for **X4:403**/X42:405, significa que este fio irá ligar ao borne **403** da régua **X4**. O mesmo procedimento e raciocínio foi seguido para os feixes 2 e 3.

Posto de Trabalho 8

No último posto apenas foi possível testar uma das tarefas neste realizadas: a execução do cabo dos sensores de presença de tensão. Novamente, o objetivo passou por estimar o tempo gasto nesta tarefa.

Na Figura 31 (A e B) é possível observar o PT 8 contendo os artigos, as ferramentas e as ajudas necessárias à execução do cabo dos sensores de presença de tensão.



Figura 31 - Posto de Trabalho 8

Na Figura 32 é possível observar em mais detalhe a ferramenta utilizada para o correto posicionamento dos cabos dos sensores de presença de tensão (9 m), a qual se encontra na escala de 1 para 1.

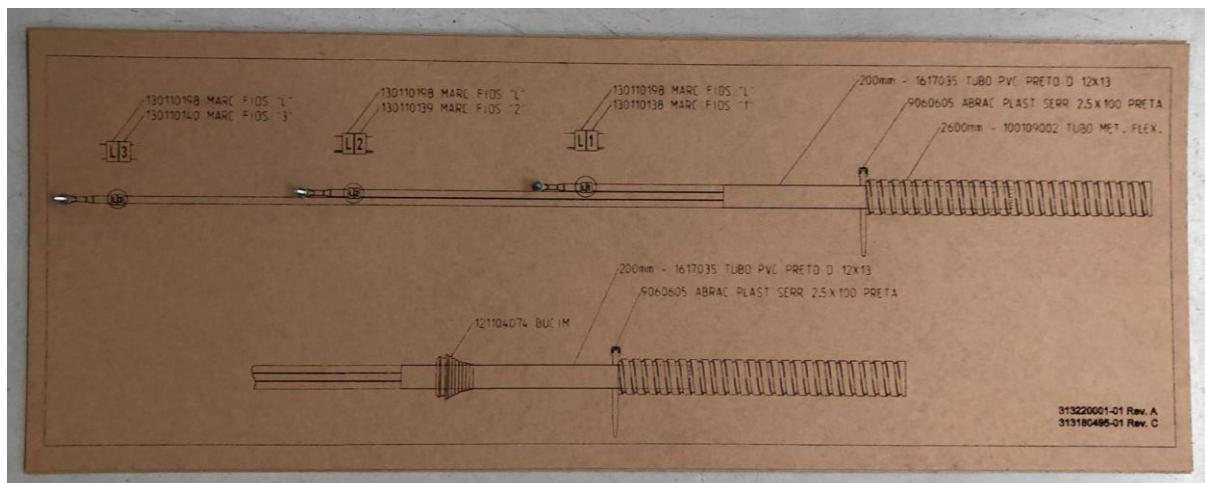


Figura 32 - Ferramenta para posicionamento dos cabos

De seguida apresentam-se as listas de artigos e ferramentas necessárias neste PT, bem como a descrição dos testes levados a cabo.

Lista de Artigos

Tabela 16 - Artigos PT 8

Código	Descrição
130316275	9 meter cable for KUVAG VPIs
1617035	TUBO PVC PRETO D 12X13
100109002	TUBO METALICO FLEX. PG16-M20
130110138	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '1'
130110140	MARC FIOS 4-6 CAB 3, '3'
130110198	MARC FIOS 4-6 CAB 3, 'L'
121104074	Passa-Cabos ESSENTRA 1251348
9060605	ABRAC PLAST SERR 2,5X100 PRETA

Lista de Ferramentas

1. Alicates de corte;
2. Ferramenta para posicionamento dos cabos.

Descrição do Teste

O operador começou por colocar as mangas de PVC envolvendo os três cabos dos sensores de presença de tensão; em seguida, encaixou os marcadores (L1, L2 e L3) em cada um dos fios e fez correr o passacabos. Posteriormente, o operador mediu, cortou e colocou o tubo metálico em torno dos cabos. Finalmente, foi utilizada a ferramenta disponibilizada para posicionar corretamente os fios antes de os fixar numa determinada posição com o auxílio de abraçadeiras.

4.3.5 Análise Crítica dos Resultados

Todos os testes mencionados e descritos ao longo da subsecção 4.3.4 foram registados sob a forma de vídeo. Esta estratégia proporcionou inúmeras vantagens, nomeadamente a obtenção de medições mais precisas no que diz respeito aos tempos médios despendidos em cada tarefa. Além disso, viabilizou uma análise mais atenta e cuidada de cada um desses testes. Deste modo, nesta subsecção, são apresentados os resultados obtidos a partir desses registos, seguidos de uma análise crítica dos mesmos.

É essencial esclarecer desde já que a coluna "Repetições" nas tabelas que se seguem representa o número total de repetições necessárias para processar um conjunto completo de feixes e cablagens para um CBT. O número de repetições realizadas para obter os tempos médios de determinadas tarefas foi previamente elucidado na subsecção 4.3.4, aquando da definição dos feixes a processar em cada um dos testes conduzidos.

Posto de Trabalho 1

Na Tabela 17 encontram-se discriminados os tempos médios de cada uma das tarefas realizadas neste PT, bem como o tempo total de operação resultante.

Tabela 17 - Tempos PT 1

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Corte de linhas	87	00:00:31	00:44:37
Cravação de ponteiros simples	375	00:00:21	02:11:15
			02:55:52

O tempo total foi calculado em função do número total de fios a cortar e do número total de ponteiros simples a cravar. Conforme evidenciado, este é consideravelmente elevado, totalizando cerca de 3 horas, sendo que o tempo de manuseio dos feixes não está incluído.

Neste posto, constatou-se ainda que o desperdício de fio de cobre era excessivamente alto. Isto ocorre dado que todos os fios de comprimento inferior a 600 mm são entregues na linha de produção com um comprimento de 600 mm, por uma limitação mecânica da máquina de corte KOMAX, independentemente do comprimento final dos mesmos, o qual pode variar entre 150 mm e 580 mm. Por sua vez, isto significa que o desperdício de fio condutor pode variar entre 20 mm e 450 mm.

Na Tabela 18 são apresentados os valores de fio aproveitado e de fio desperdiçado, considerando apenas os fios que foram cortados. Em seguida, foi feito o cálculo da percentagem de desperdício em relação aos fios com 600 mm (*Desperdiço₁*) e em relação ao total de fio de cobre utilizado (*Desperdiço₂*).

Tabela 18 - Desperdiço de fio de cobre

Fio aproveitado (mm)	24890
Fio desperdiçado (mm)	27310
Desperdiço₁ (%)	52,32
Desperdiço₂ (%)	4,57

Com base nos valores obtidos, rapidamente se observa que mais de metade dos fios (**52,32%**) com 600 mm de comprimento se transformam em sucata, representando estes **4,57%** da totalidade de fio de cobre usado para eletrificar um CBT.

Além disso, foi possível estimar o valor monetário gasto em fio de cobre, o qual totaliza aproximadamente 198,23€ por CBT. Este cálculo teve em consideração o custo (por metro) de cada variedade de fio condutor e a quantidade necessária correspondente. No entanto, é de salientar que este valor foi calculado com base nos preços do mercado vigentes na época da aquisição do material. Tais preços estão sujeitos a flutuações e podem variar consoante as quantidades encomendadas.

Todos os cálculos que permitiram obter os valores anteriormente mencionados encontram-se detalhados no Apêndice 1.

Posto de Trabalho 2

Na Tabela 19 apresentam-se os tempos médios de cada uma das tarefas realizadas neste PT, assim como o tempo total de operação resultante.

Tabela 19 - Tempos PT 2

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Cravação de ponteiros <i>harting</i>	53	00:00:28	00:24:56
Colocação de marcadores TR (feixes 1 ao 11)	416	00:00:33	03:46:12
			04:11:08

Embora a colocação de marcadores termo retráteis não tenha sido realizada neste posto, esta tarefa foi testada no PT 3, permitindo a obtenção do tempo médio necessário para a sua execução (33 segundos).

Na documentação existente, estava previsto que ambos os postos realizassem a colocação de marcadores termo retráteis, não havendo, no entanto, uma atribuição de feixes definida entre eles. Uma vez obtido o tempo médio, esta distribuição foi feita de modo a equilibrar o melhor possível o tempo de operação entre os dois PT. Assim, ficou definido que os feixes 1 ao 11 (inclusive) seriam alocados ao PT 2 e os restantes ao PT3.

É importante realçar que, mais uma vez, o tempo de manuseio dos feixes não foi considerado no tempo total de 4 horas, 11 minutos e 8 segundos, o qual é excessivamente elevado.

Posto de Trabalho 3

Na Tabela 20 apresenta-se, novamente, o tempo médio despendido na colocação de marcadores termo retráteis, juntamente com o tempo total de operação resultante, tendo em consideração a quantidade de marcadores a serem colocados neste posto.

Tabela 20 - Tempos PT 3

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Colocação de marcadores TR (feixes 12 ao 25)	442	00:00:33	04:00:20
			04:00:20

Mais uma vez, é possível constatar que o tempo total de operação deste PT é extremamente elevado, contabilizando 4 horas e 20 segundos, não incluindo o tempo de manuseio dos feixes.

Adicionalmente, é importante referir que a tarefa de colocação de marcadores termo retráteis se revelou bastante desafiante para o operador, especialmente no que diz respeito à abertura do próprio marcador e à incerteza quanto ao modo de utilização da pistola de ar quente, problemas estes que contribuiram consideravelmente para o aumento do tempo despendido na realização desta tarefa. Com o intuito de fazer face a estas questões, foram consideradas duas soluções, as quais serão abordadas em mais detalhe no capítulo 5:

1. Criação de uma ferramenta auxiliar que facilite o processo de abertura dos marcadores termo retráteis;
2. Elaboração de um documento formal que detalhe o modo de utilização da pistola de ar quente (incluindo a temperatura de uso recomendada, o tempo de utilização necessário para aquecer um marcador termo retrátil, a distância a que deve estar do mesmo, entre outros parâmetros).

Para além disso, dado que esta tarefa se mostrou extremamente demorada e repetitiva, surgiu a ideia de avaliar futuramente a possibilidade de atribuir esta responsabilidade a um terceiro PT (dos oito existentes), caso esta alteração se mostrasse possível.

Posto de Trabalho 4

Na Tabela 21 são especificados os tempos médios de cada uma das duas tarefas realizadas neste PT, bem como o tempo total de operação resultante.

Tabela 21 - Tempos PT 4

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Cravação de terminais	210	00:00:41	02:23:46
Cravação de ponteiras duplas	40	00:03:15	02:10:08
			04:33:54

O tempo total despendido nas tarefas realizadas neste PT é o valor mais alto registrado até ao momento. Além disso, é importante notar que este tempo total não abrange o tempo destinado ao manuseio dos feixes.

A principal dificuldade sentida neste posto reside na identificação dos fios a emparelhar aquando da cravação das ponteiras duplas, dado que esta informação não é obtida de forma imediata.

Assim sendo, e tendo em vista a resolução dos problemas relacionados com o tempo elevado e com as ajudas visuais ineficientes ou insuficientes, duas soluções foram delineadas. A primeira envolve a distribuição das tarefas por mais do que um PT, caso se mostre possível; enquanto a segunda requer a melhoria das ajudas visuais de modo a tornar o processo mais eficiente e reduzir o tempo necessário.

Posto de Trabalho 5

Na Tabela 22 encontram-se enumerados os tempos médios das três tarefas realizadas neste PT e o tempo total de operação resultante.

Tabela 22 - Tempos PT 5

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Colocação manga de nylon + abraçadeiras	3	00:02:08	00:06:24
Apertar ficha na chapa de suporte	3	00:05:05	00:15:15
Encaixar fios nos pinos da ficha	61	00:00:25	00:25:25
			00:47:04

Primeiramente, é relevante notar que este tempo total (47 minutos e 4 segundos) não engloba algumas das tarefas que estavam originalmente previstas ser realizadas no PT5, conforme documentado, as quais não foram avaliadas nos testes dada a sua impossibilidade.

Ainda assim, após a realização dos testes levados a cabo neste PT, foi possível obter algumas conclusões importantes, considerando as principais dificuldades sentidas pelo operador:

- Dificuldade em manusear os feixes após colocação da manga de nylon;
- Posicionamento inadequado do operador durante a utilização da ferramenta para suporte de fichas;
- Falta de clareza nas IO, havendo uma falta de definição de uma sequência ordenada para a ligação dos fios aos respectivos pinos das fichas.

Posto de Trabalho 6

Na Tabela 23 é apresentado o tempo médio da tarefa realizada neste PT e o tempo total de operação, considerando o número de repetições da mesma.

Tabela 23 - Tempos PT 6

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Colocação manga de nylon + abraçadeiras	3	00:02:38	00:07:54
			00:07:54

A única tarefa realizada neste PT consiste na colocação das mangas de nylon nos cabos que ligarão, posteriormente, aos TIs. Conforme evidenciado pela Tabela 23, embora o tempo total não inclua o tempo de manuseio do feixe, este foi surpreendentemente baixo (7 minutos e 54 segundos).

A existência de um PT com um tempo de operação total tão reduzido é, no entanto, altamente vantajosa, especialmente considerando que se verificou exatamente a situação oposta em todos os postos analisados anteriormente (PT 1 ao PT 5). Assim, caso as melhorias nas ajudas visuais, nas ferramentas, entre outras, sejam insuficientes, este posto oferece uma boa margem de tempo, possibilitando a atribuição de novas tarefas ao mesmo.

Posto de Trabalho 7

Na Tabela 24 encontram-se os tempos médios despendidos na realização das tarefas alocadas a este PT, bem como o tempo total de operação do mesmo.

Tabela 24 - Tempos PT 7

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Colocação manga de nylon + abraçadeiras	3	00:03:24	00:10:13
Ligação à régua de bornes	1	00:24:32	00:24:32
			00:34:45

O tempo total necessário para a execução das tarefas atribuídas a este PT foi relativamente curto (34 minutos e 45 segundos), existindo mais uma vez a possibilidade de incorporar novas atividades neste posto. À semelhança do que aconteceu no PT 5, verificou-se que possivelmente a colocação das mangas de nylon só deve ocorrer após a conexão dos fios à régua de bornes, não interferindo com a manipulação dos mesmos. Para além disso, a definição de uma sequência mais precisa para a conexão dos três feixes seria vantajosa.

Posto de Trabalho 8

Finalmente, na Tabela 25 encontram-se enumerados os tempos médios despendidos nas tarefas realizadas no PT 8, assim como o tempo total de operação.

Tabela 25 - Tempos PT 8

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Colocação manga de PVC	2	00:02:33	00:05:07
Colocação manga metálica	1	00:01:58	00:03:55
Colocação buçim	1	00:01:02	00:01:02
Posicionar cablagem na ferramenta	1	00:01:04	00:01:04
Colocação marcadores de plástico	6	00:00:10	00:01:00
Colocação de abraçadeiras	2	00:00:15	00:00:30

Neste posto, apenas foi possível testar a execução de uma das cablagens – o cabo dos sensores de presença de tensão –, pelo que os 12 minutos e 38 segundos não refletem de todo aquele que seria o tempo total real.

Ainda assim, através da observação do operador, foi possível chegar a duas observações:

1. A dimensão da bancada de trabalho era reduzida tendo em conta o comprimento dos cabos processados neste PT (9 m);
2. A ferramenta concebida para este PT deverá ser adequadamente fixada e posicionada na bancada de trabalho, a fim de potenciar a sua utilização.

Por fim, considerou-se a viabilidade de combinar as tarefas dos últimos dois PT (PT 7 e PT 8) da linha num único posto, devido aos reduzidos tempos de operação dos mesmos e à necessidade de criação de um PT paralelo ao PT 4.

Eficiência da Linha Antes das Melhorias

Após a realização dos testes respeitantes ao estado "atual" da linha de produção de cablagens, tornou-se imprescindível proceder ao cálculo da eficiência da mesma, possibilitando uma comparação quantitativa no futuro.

O tempo de operação total da linha foi obtido através da soma dos tempos de operação de cada um dos oito PT. Por sua vez, o tempo de ciclo utilizado para o cálculo da eficiência corresponde ao tempo de operação do PT 4, considerando que neste PT se verificou o maior tempo de operação da linha.

$$\begin{aligned}
 \text{Eficiência} &= \frac{\sum \text{Tempo de operação de cada PT}}{n^{\circ} \text{ de PTs} \times \text{Tempo de ciclo}} \times 100\% \\
 &= \frac{18:13:19}{8 \times 04:33:54} \times 100 \approx \mathbf{50\%}
 \end{aligned}$$

O resultado obtido revelou uma eficiência de apenas 50%.

De um modo geral, toda esta análise conduz a uma conclusão crucial: a linha encontra-se extremamente mal balanceada e a maioria dos PT apresentam um tempo total de operação inaceitavelmente elevado.

Para atingir o principal objetivo deste projeto, o qual se prende com a melhoria do processo, é imperativo proceder a uma nova distribuição das tarefas pelos oito PT, ao mesmo tempo que se investe em melhorias voltadas para a redução do tempo. Assim, outras melhorias que possam contribuir para este propósito, tais como aprimoramentos nas ajudas visuais (ou IO), no design das ferramentas, na organização dos PT, entre outras, serão igualmente consideradas.

Tais questões serão abordadas em mais detalhe ao longo do capítulo 5.

4.3.6 Análise do Layout e de Aspectos Ergonômicos da Linha

Para além de toda a análise feita às etapas do processo produtivo, o layout da linha também suscitou alguma atenção, dado este não aparentar ser o mais adequado quer em termos de utilização do espaço quer em termos de eficiência.

Conforme evidenciado na Figura 33, o layout da linha adota uma configuração em forma de "U". É ainda perceptível que à direita de cada um dos oito PT se encontra um tapete de rolos, servindo este exclusivamente como mesa de apoio para suportar a caixa que contém as cablagens. Assim, torna-se evidente que estes equipamentos não estão a ser utilizados de acordo com a sua finalidade e que o seu potencial não está a ser devidamente explorado. Adicionalmente, a caixa que contém as cablagens não é leve, pelo que a utilização devida dos tapetes de rolos proporcionaria um transporte sem esforço da mesma, poupando tempo e energia aos operadores.

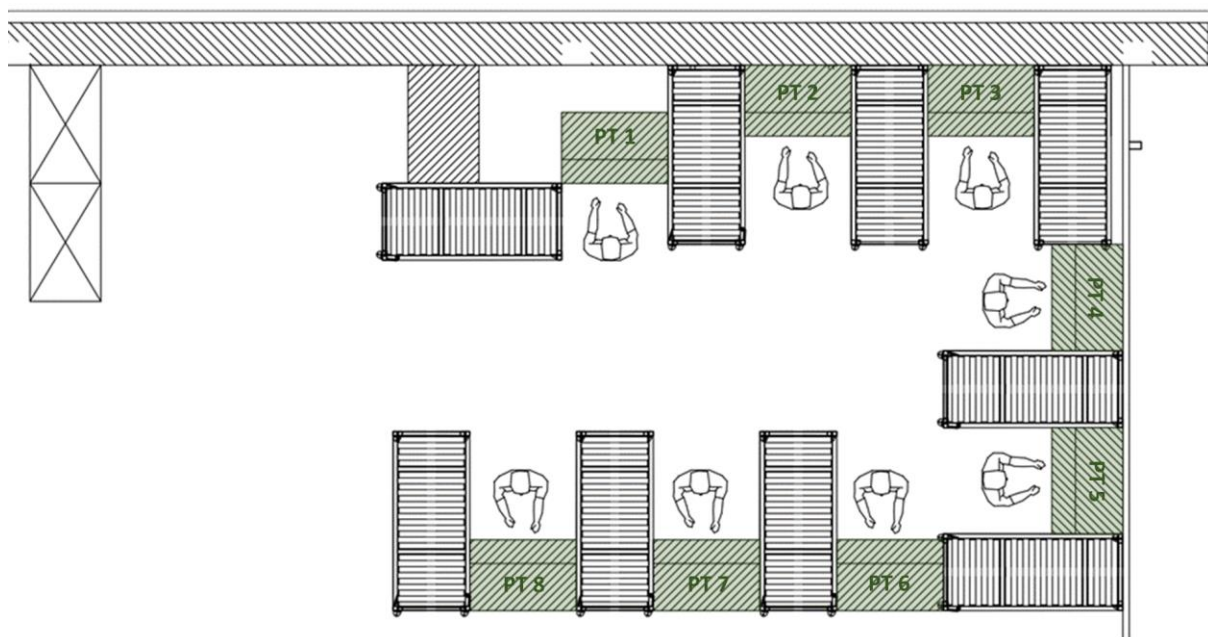


Figura 33 - Layout da linha de produção de cablagens

Na Figura 34 é possível observar o estado atual da linha de produção de cablagens, bem como a disposição dos seus elementos.



Figura 34 - Linha de produção de cablagens

Foram ainda identificados outros problemas associados a questões ergonômicas, nomeadamente no que diz respeito ao local trabalho, à repetitividade do trabalho, à iluminação e ao ambiente térmico do espaço. No entanto, dado que a linha apenas "operou" durante as duas semanas de testes, não se procedeu à realização de uma análise ergonômica detalhada de cada PT, pois seria necessário um período de tempo mais alargado para que os operadores pudessem formar uma opinião fundamentada sobre estas questões.

Contudo, quando operacional, é crucial que seja realizada uma análise ergonômica detalhada à linha de produção de cablagens, seguindo a metodologia EWA (*Ergonomic Workplace Analysis*). Esta é utilizada para identificar riscos ergonômicos e psicofísicos do local de trabalho, de ferramentas e de relacionamento interpessoal, tendo como princípios fundamentais a biomecânica, fisiologia do trabalho, higiene do trabalho, organização do trabalho e aspetos psicológicos na prevenção de doenças ocupacionais.

Nessa análise, o PT é avaliado segundo 14 itens diferentes, considerando tanto a perspetiva do operador quanto a do analista. Esta abordagem de dupla perspetiva e experiência é essencial, pois o trabalhador possui a experiência de vivência naquele posto, mas frequentemente carece de conhecimento técnico

sobre ergonomia, já o analista possui o conhecimento técnico, porém não tem vivência prática sobre o objeto de estudo. Assim, a combinação dessas duas perspectivas ajuda a minimizar falhas e equívocos na avaliação ergonômica, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e saudável (Batagin & Patrocínio, n.d.).

Conforme mencionado anteriormente, ainda que não tenha sido realizada uma análise mais detalhada, houve alguns aspectos que se destacaram de imediato. Estes estão relacionados com quatro dentro dos 14 itens e deverão ser tidos em especial consideração no futuro.

- 1. Local de Trabalho.** Observou-se que, embora as bancadas de trabalho dos oito postos tenham todas as mesmas dimensões (90 × 62 cm), as tarefas executadas nos PT 6, 7 e, especialmente, no PT 8 seriam beneficiadas se estas fossem maiores, dado que estes lidam com cabos de grandes dimensões. Para além disso, os assentos não parecem ser igualmente confortáveis em todos os PT da linha, apresentando variações.
- 10. Repetitividade do Trabalho.** Alguns PT envolvem tarefas altamente repetitivas e morosas, como a cravação de ponteiros e a colocação de marcadores termo retráteis. Deste modo, seria vantajoso para os operadores a existência de rotatividade entre os diversos postos de trabalho, de forma a mitigar a monotonia e a fadiga;
- 12. Iluminação.** A iluminação verificou-se insuficiente para a execução de algumas tarefas mais minuciosas, como a leitura de informações nos fios condutores;
- 13. Ambiente térmico.** Durante a permanência na linha, constatou-se que a temperatura ambiente era frequentemente muito elevada, causando desconforto significativo para os operadores.

4.3.7 Síntese dos Problemas Identificados

No seguimento da análise feita à linha de produção de cablagens, constatou-se que existem vários aspectos que podem ser melhorados, quer a nível de redução de desperdícios quer a nível ergonómico e de layout.

A Tabela 26 apresenta um resumo dos problemas identificados, contemplando esta também as consequências e os tipos de desperdícios associados aos desafios detetados.

Tabela 26 - Síntese dos problemas identificados, consequências e tipos de desperdício

Problemas	Consequências	Tipo de Desperdício
Desperdício de fio de cobre	<ul style="list-style-type: none"> - Maior quantidade de resíduos gerada; - Maior custo em materiais (fio de cobre). 	<p>Sobreprocessamento</p> <p>Inventário</p>
Ferramentas de auxílio mal projetadas e inexistência de outras	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa produtividade; - Fadiga e lesões. 	<p>Sobreprocessamento</p> <p>Defeitos</p>
Ajudas visuais pouco concretas	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa produtividade; - Falta de padronização; - Erros de produção; - Falta de autonomia dos operadores. 	<p>Esperas</p> <p>Defeitos</p>
Inexistência de documentação técnica de apoio	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de padronização; - Qualidade comprometida. 	<p>Esperas</p> <p>Defeitos</p>
Dimensões insuficientes de bancada	<ul style="list-style-type: none"> - Restrições na execução de tarefas; - Más condições ergonómicas. 	<p>Movimentações</p> <p>Defeitos</p>
Balanceamento inadequado da linha	<ul style="list-style-type: none"> - Insatisfação dos operadores (sobrecarregados vs. desocupados); - Qualidade comprometida. 	<p>Esperas</p> <p>Defeitos</p>
Layout desatualizado e desadequado	<ul style="list-style-type: none"> - Mau aproveitamento do espaço e dos equipamentos; - Dificuldade no transporte da caixa das cablagens. 	<p>Transportes</p> <p>Movimentações</p>

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria desenvolvidas em resposta aos problemas identificados e descritos no capítulo anterior. Estas propostas foram elaboradas em concordância com os princípios *Lean Thinking* e visam eliminar ou mitigar os aspetos problemáticos detetados na situação "atual" da linha de produção de cablagens. É importante salientar que, devido à atual inatividade da linha, nem todas as propostas apresentadas ao longo deste capítulo foram passíveis de teste ou implementação. As melhorias propostas incluem a melhoria de determinados procedimentos, o aprimoramento das ajudas visuais, a sugestão de um novo layout, entre outras.

5.1 Apresentação das Melhorias e Resultados Obtidos

Após a conclusão e a análise do primeiro conjunto de testes levados a cabo na linha de produção de cablagens (os quais foram conduzidos com base no processo "atual"), foi possível identificar uma diversidade de desafios e problemas significativos. Para superar estas adversidades, foram concebidas soluções específicas para cada um dos PT, com a perspetiva de alcançar melhorias substanciais. Estas melhorias visam não apenas reduzir o tempo de produção para obter um balanceamento mais eficiente da linha, mas também aprimorar certos processos, que demonstraram não ser consistentemente eficientes.

É importante voltar a referir que a UN ambiciona uma meta de produção de 8 celas Normacel® 12 por dia, objetivo este definido pela própria empresa. Deste modo, é crucial que o tempo de ciclo da linha de produção de cablagens, assim como o das duas linhas subsequentes, não ultrapasse 1 hora, a fim de atender a esse requisito.

Em seguida, são apresentadas as alterações realizadas nos procedimentos de trabalho de cada PT, as melhorias efetuadas nas IO e outras propostas que não puderam ser implementadas, bem como os resultados correspondentes das medidas implementadas.

5.1.1 Realização de Novos Testes na Linha

Posto de Trabalho 1

Durante a condução do teste inicial neste PT destacaram-se, essencialmente, dois grandes problemas: o tempo necessário para que o operador realizasse o corte de todos os fios utilizando o método atual e o significativo desperdício de fio condutor decorrente desse mesmo processo. Como resposta a esses desafios, uma solução foi desenvolvida para abordar ambos os problemas simultaneamente.

Conforme já referido anteriormente, todos os fios cujo comprimento final seja inferior a 600 mm são cortados na KOMAX com 600 mm, dado que é o comprimento mínimo que a máquina consegue cortar. Assim, fica claro que é esta restrição da máquina que está a originar tanto o excesso de tempo como o desperdício de material. De forma a contornar esta limitação, surgiu a seguinte ideia: para fios condutores de igual cor e secção, somar todos os comprimentos inferiores a 600 mm (informação presente no Anexo 1) e executar um único fio com o comprimento resultante dessa soma. Para implementar esta solução foi necessário desenvolver um novo programa para a KOMAX.

Foi analisada a possibilidade de inscrever as várias marcações "Origem-Destino" (dos diferentes fios) ao longo do fio condutor e optou-se pelo símbolo "|" para indicar o local onde o operador deve efetuar o corte. Adicionalmente, uma vez que estes fios passarão a ser entregues na linha de produção de cablagens à parte, isto é, não estarão vinculados ao feixe ao qual pertencem, tornou-se essencial gravar esta informação diretamente no fio, a fim de preservá-la. Por fim, surgiu ainda a ideia de associar um símbolo a cada ponteira e a cada terminal. Para isso, foram adicionados no início e no fim de cada um dos fios, o número do feixe ao qual este pertence e um símbolo que representasse a ponteira ou terminal a ser cravado em cada extremidade do fio. Por exemplo, na Figura 35, encontra-se um excerto do fio executado para efeitos de teste (fio preto de secção 2,50 mm²), onde é possível ler-se o seguinte: "017|". O "0" corresponde ao tipo de ponteira (ou terminal) a ser cravada(o) naquela extremidade, o "17" indica o número do feixe ao qual pertence o fio e o "|" representa o local onde o operador deve cortar o fio.



Figura 35 - Excerto fio preto de secção 2,5 mm²

Após a realização do teste concluiu-se que a letra "O" era facilmente confundida com o numeral "0" pelo operador, pelo que foi alterado para "?", a fim de evitar mal-entendidos.

Na Figura 36, encontram-se as etiquetas idealizadas e concebidas para as caixas dos artigos contendo o material necessário em cada PT. Nestas etiquetas, destaca-se uma representação visual da ponteira ou terminal, bem como o símbolo correspondente, o qual virá gravado no fio condutor.

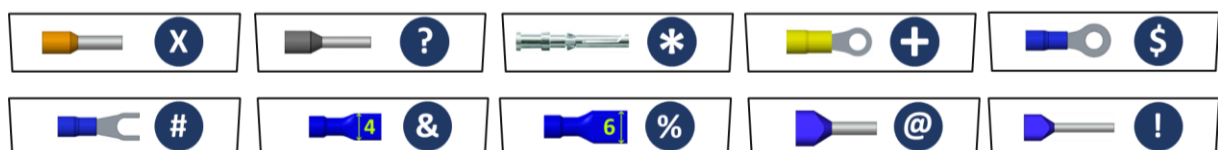


Figura 36 - Etiquetas caixas

Assim, é possível concluir que não existe necessidade de seguir nenhum excerto do ficheiro Excel (Anexo 1) neste PT, uma vez que toda a informação necessária à execução das tarefas se encontra no próprio fio – onde cortar e a ponteira ou o terminal a cravar.

Posto isto, na Tabela 27, encontram-se discriminados os tempos obtidos após implementação das melhorias propostas para este PT.

Tabela 27 - Tempos PT1

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Corte de linhas	87	00:00:13	00:18:51
Cravação de ponteiras simples	375	00:00:16	01:40:00
			01:58:51

No que diz respeito ao tempo total, este diminuiu de 2 horas, 55 minutos e 52 segundos para 1 hora, 58 minutos e 51 segundos. Embora uma redução temporal de 32,42% (Apêndice 3) seja considerável, esta ainda não atende às expectativas tendo em conta o tempo de ciclo desejado para a linha.

Outro fator que, à partida, contribuirá para a redução do tempo de operação deste PT consiste na futura utilização de uma máquina (Figura 37) para o descarte do fio e a cravação automática das ponteiras de secção 2,50 mm², tornando o processo mais rápido e menos suscetível a erros humanos. Vale ainda ressaltar que este é o tipo de ponteira mais comum, representando 84% (315 unidades) em comparação com as ponteiras de secção 4,0 mm² (60 unidades). No entanto, é importante mencionar que essa alternativa não pôde ser testada devido a uma avaria na máquina.



Figura 37 - Máquina de descarte e cravação de ponteiras

Na Tabela 28 são apresentados os valores respeitantes ao fio de cobre aproveitado *versus* o fio de cobre desperdiçado, antes e depois da melhoria proposta. Novamente, o *Desperdício₁* corresponde à percentagem de fio desperdiçado em relação aos fios com 600 mm e o *Desperdício₂* em relação ao total de fio de cobre utilizado.

Tabela 28 - Desperdício de fio de cobre

	Antes	Depois
Fio aproveitado (mm)	24890	24890
Fio desperdiçado (mm)	27310	1160
Desperdício₁ (%)	52,32	4,45
Desperdício₂ (%)	4,57	0,2

Com base nos valores obtidos (Apêndice 1 e Apêndice 2), rapidamente se conclui que houve uma redução significativa relativamente ao fio de cobre que antes resultava em sucata. Verificou-se o desperdício de apenas 4,45% dos fios com 600 mm, representando estes 0,2% da totalidade de fio de cobre.

Além disso, a diminuição na quantidade de fio de cobre necessário resultou numa redução nos gastos monetários com a sua aquisição. Os custos diminuíram de 198,23€ para 190,59€ por CBT (Apêndice 2). Em termos quantitativos, esta melhoria traduz-se numa poupança de 7,64€ por cada CBT do Tipo 4.

Por fim, considerou-se relevante calcular a diminuição dos gastos em mão-de-obra, dada a significativa redução no tempo de execução das tarefas deste PT. Com base na taxa horária de 15€ por operador como valor de referência, foi determinado que, devido à redução temporal, a empresa economizaria aproximadamente 14€ em custos de mão-de-obra por CBT (Apêndice 5).

Assim, a poupança de tempo juntamente com a poupança de material neste PT, resultam numa poupança total de 21,64€ por CBT.

Posto de Trabalho 2

No que se refere ao PT 2 e à cravação de ponteiras *harting*, não se verificou nenhum problema maior e, portanto, não foram sugeridas quaisquer alterações ou melhorias para esta tarefa.

Por outro lado, relativamente à colocação de marcadores termo retráteis, foram identificados quatro problemas: a falta de clareza quanto à definição dos feixes a processar em cada um dos dois PT

anteriormente responsáveis por esta tarefa (PT 2 e 3), a morosidade na execução desta tarefa, a dificuldade em abrir os marcadores termo retráteis e a inexistência de um documento formal que detalhasse com rigor o modo de utilização da pistola de ar quente.

Para os dois primeiros problemas a solução encontrada foi bastante simples. Como se verificou anteriormente, o PT 6 apresentava um tempo de operação consideravelmente curto, o que nos permitiu acoplar as suas tarefas ao PT seguinte. Como resultado desta solução, um PT ficou disponível, levando à criação de um terceiro PT específico para a colocação de marcadores termo retráteis, neste caso, o PT 4. Posteriormente, e tendo agora três PT responsáveis por esta tarefa, procedeu-se à alocação dos feixes a processar por cada um deles. No caso do PT 2, este ficou encarregue do processamento dos feixes 4 ao 6, inclusive.

Quanto à dificuldade ocasional na abertura dos marcadores termo retráteis, surgiu a ideia de criar uma ferramenta que facilitasse esse processo. No entanto, até ao momento, esta foi desenvolvida apenas em formato digital, com os testes práticos programados para o futuro. O projeto da ferramenta e o modo de utilização podem ser visualizados na Figura 38.

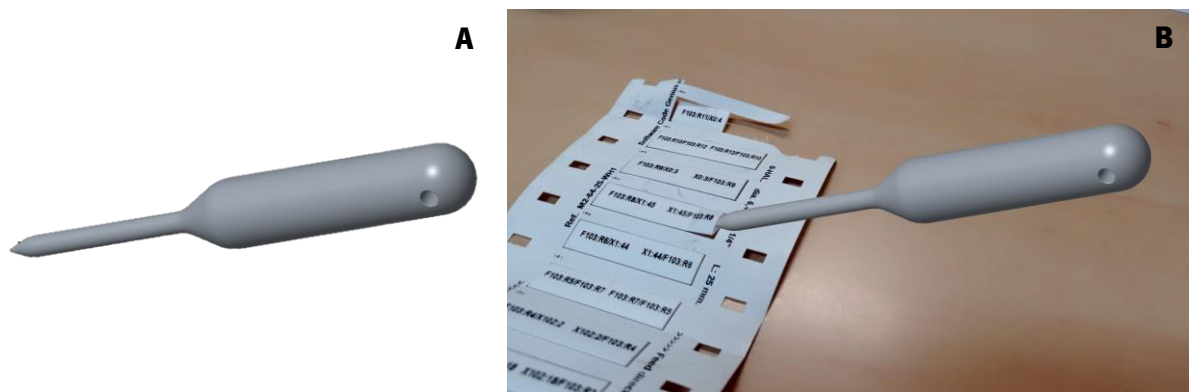


Figura 38 - Ferramenta para auxílio na abertura dos marcadores TR

Finalmente, e visando colmatar a lacuna de informação quanto ao uso da pistola de ar quente, considerou-se que a elaboração de um documento explicativo seria uma adição valiosa. Desta forma, todos os operadores teriam conhecimento absoluto do procedimento a seguir. Assim sendo, procedeu-se ao desenvolvimento de uma *One Point Lesson* (Apêndice 6). Optou-se por esta forma de exposição, uma vez que se trata de uma abordagem rápida, simples e visual de se transmitir a informação, tornando o processo de aprendizagem mais acessível para os operadores. Após a implementação deste documento, o tempo médio para a colocação de um marcador termo retrátil passou de 33 para apenas

12 segundos, representando uma melhoria substancial, tendo em consideração a quantidade de marcadores a colocar (858).

Na Tabela 29, encontram-se enumerados os tempos obtidos após as alterações propostas para este PT.

Tabela 29 - Tempos PT 2

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Cravação de ponteiros <i>harting</i>	53	00:00:28	00:24:56
Colocação de marcadores TR (feixes 4 ao 6)	146	00:00:12	00:29:12
			00:54:08

Em relação ao tempo total, este diminuiu de 4 horas, 11 minutos e 8 segundos para 54 minutos e 8 segundos. Isto equivale a uma redução de 78,44% (Apêndice 3) no tempo total de operação deste PT, encontrando-se agora este dentro dos limites do tempo de ciclo desejado para a linha de produção.

Mais uma vez, considerou-se relevante calcular a diminuição no custo de mão-de-obra, dada a redução drástica no tempo de execução das tarefas deste PT, tendo-se obtido uma poupança de aproximadamente 49€ por CBT (Apêndice 5).

Posto de Trabalho 3

Os problemas respeitantes à colocação de marcadores termo retráteis já foram identificados e solucionados, pelo que as soluções anteriormente descritas também se aplicam a este PT. Ficou definido que no PT3 serão processados os feixes 1 ao 3, bem como os feixes do 7 ao 13, inclusive.

Assim, na Tabela 30, é possível observar o tempo obtido após as alterações propostas para este PT.

Tabela 30 - Tempos PT 3

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Colocação de marcadores TR (feixes 1-3 e 7-13)	344	00:00:12	01:08:48
			01:08:48

No que concerne ao tempo total, houve uma redução de 4 horas e 20 segundos para 1 hora, 8 minutos e 48 segundos, o que equivale a uma diminuição de 71,37% (Apêndice 3). Assim, o tempo despendido

neste PT encontra-se agora muito próximo dos limites temporais desejados. Embora haja um ligeiro excedente de 8 minutos e 48 segundos em relação ao pretendido, essa diferença é pouco significativa e pode ser facilmente colmatada, nomeadamente com a utilização da ferramenta previamente ilustrada na Figura 38.

No que diz respeito aos gastos em mão-de-obra, estimou-se que a poupança seria de aproximadamente 43€ por CBT (Apêndice 5).

Posto de Trabalho 4

Conforme mencionado anteriormente, a disponibilidade total de um PT levou à criação de um terceiro PT destinado exclusivamente à colocação de marcadores termoretráteis, o PT 4. Posto isto, ficou estabelecido que este PT seria responsável pelo processamento dos feixes remanescentes (feixe 14 ao 25). Na Tabela 31, encontra-se o tempo associado a esta tarefa.

É importante enfatizar que a distribuição da quantidade de feixes a ser processada em cada um dos três PT nos quais são colocados marcadores termo retráteis (PT 2, PT 3 e PT 4), foi realizada com o objetivo de equilibrar, tanto quanto possível, o tempo de operação dos mesmos.

Tabela 31 - Tempos PT 4

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Colocação de marcadores TR (feixes 14 ao 25)	368	00:00:12	01:13:36
			01:13:36

A conclusão é semelhante à obtida para o PT anterior. Embora o tempo se encontre ligeiramente acima do pretendido, este valor não é muito relevante e será facilmente corrigido aquando da utilização da ferramenta projetada.

É de salientar que cada um destes três PT (PT 2, PT 3 e PT 4) deverá conter afixada a OPL apresentada no Apêndice 6.

Posto de Trabalho 5

Com a atribuição de novas tarefas ao PT 4, as atividades anteriormente realizadas nesse PT foram transferidas para os dois PT subsequentes.

Conforme evidenciado durante os testes, a execução das tarefas de cravação de terminais e ponteiras duplas revelou-se excessivamente demorada e impraticável para garantir o bom funcionamento da linha. Após uma análise ponderada, chegou-se à conclusão de que apenas a melhoria das ajudas visuais não seria suficiente para fazer face ao tempo de operação de 4 horas, 33 minutos e 54 segundos. Deste modo, para além destas melhorias, as tarefas do antigo PT 4 serão agora divididas entre os PT 5 e 6, ficando o primeiro responsável pela cravação de terminais e o segundo pela cravação de ponteiras duplas.

A ideia a seguir explicitada não surgiu especificamente para este PT nem para o seguinte, no entanto, foi na cravação de terminais e ponteiras duplas que a mesma foi testada e, por conseguinte, validada. Resumidamente, a ideia consiste em apresentar a lista de fios condutores a executar num determinado PT de uma forma visualmente mais apelativa e de fácil compreensão. Nesse sentido, foi elaborada uma macro com recurso a HTML que transforma o ficheiro Excel (Anexo 1), que contém todas as informações necessárias para executar as linhas, numa lista mais intuitiva visualmente.

Deste modo, aquando da realização dos testes com a implementação destas melhorias, em vez de se fornecer ao operador a lista conforme apresentada na Tabela 11, esta foi apresentada consoante se encontra ilustrado na Figura 39.

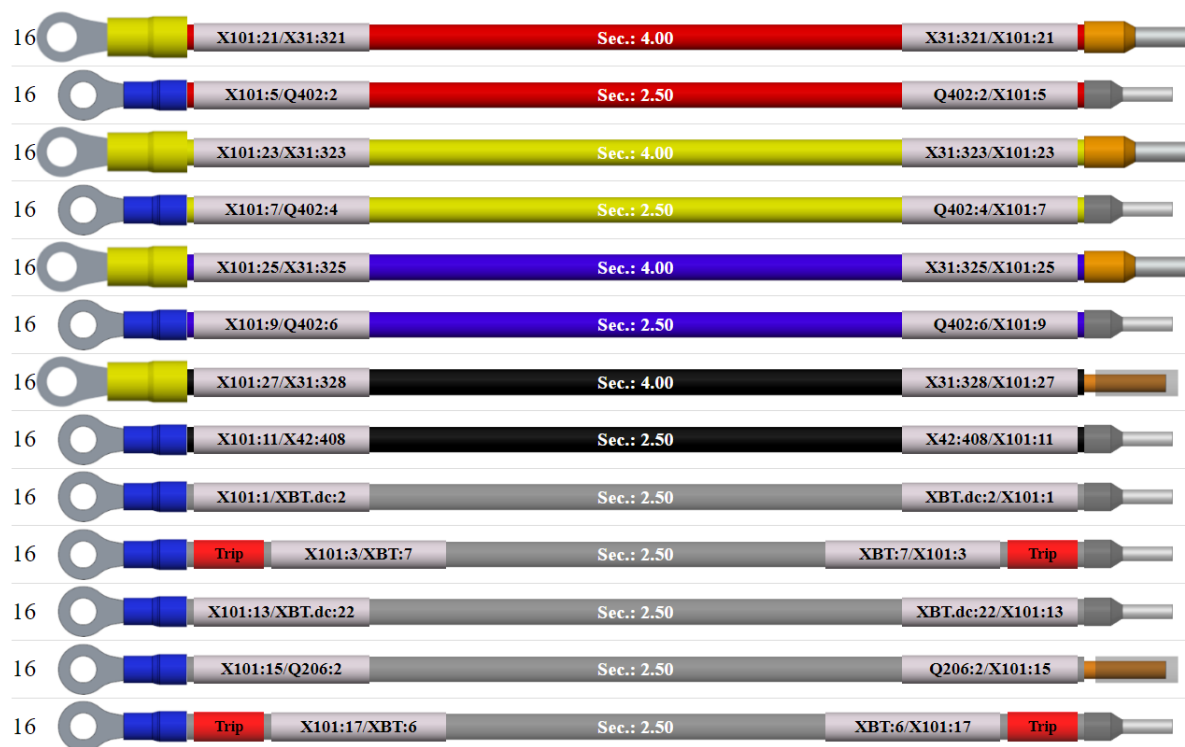


Figura 39 - Lista fornecida para a cravação de terminais

Ao observar a lista acima apresentada, é evidente que esta melhora significativamente a qualidade da informação transmitida ao operador. Este tipo de apresentação é incrivelmente mais intuitivo, pois permite visualizar claramente o aspeto final que o fio condutor deve ter após a conclusão de todas as tarefas previstas para o mesmo. Nela, é possível identificar o tipo de ponteira ou terminal a cravar, os marcadores termo retráteis contendo as informações relativas à marcação "Origem-Destino" do fio, se o fio leva ou não um marcador mais pequeno, qual a cor do fio, etc.

Na Tabela 32, encontram-se refletidos os resultados obtidos.

Tabela 32 - Tempos PT 5

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Cravação de terminais	210	00:00:29	01:41:30
			01:41:30

No que diz respeito ao tempo total para a cravação de terminais, houve uma redução de 2 horas, 23 minutos e 46 segundos para 1 hora, 41 minutos e 30 segundos. Assim, constata-se que o tempo despendido ao longo deste processo permanece consideravelmente distante do objetivo estipulado. Ainda assim, é importante notar que a redução de 29,40% (Apêndice 3) do tempo é bastante considerável, comprovando-se que as melhorias nas ajudas visuais tiveram um impacto extremamente benéfico.

Olhando para o futuro, o foco estará na contínua melhoria dos métodos existentes e/ou das ajudas visuais, visando a redução do tempo até se atingir o valor desejado.

Finalmente, no que diz respeito à poupança em mão-de-obra, obteve-se o seguinte valor: aproximadamente 11€ por CBT (Apêndice 5).

Posto de Trabalho 6

No caso das ponteiras duplas, emparelhar os fios torna-se consideravelmente mais simples ao utilizar a lista apresentada na Figura 40 em comparação com a informação fornecida na Tabela 12, tendo sido a primeira disponibilizada ao operador aquando da realização do novo teste.

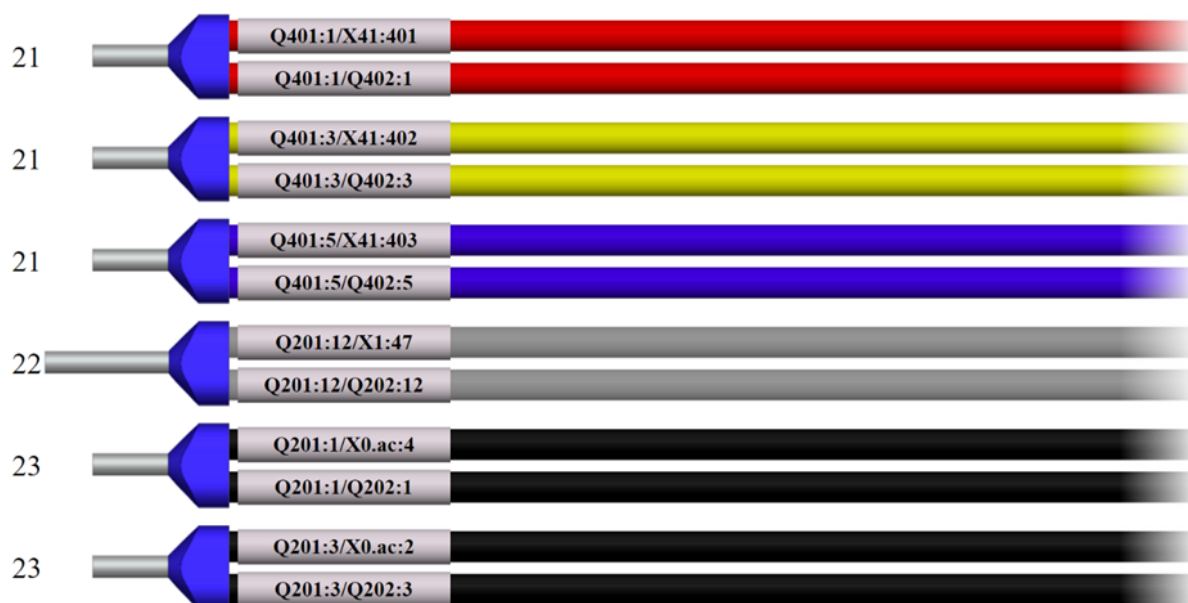


Figura 40 - Lista fornecida para a cravação de ponteiros duplas

Na Tabela 33, encontra-se registado o tempo gasto na execução desta tarefa.

Tabela 33 - Tempos PT 6

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Cravação de ponteiros duplas	40	00:01:31	01:00:33
			01:00:33

Relativamente ao tempo total para a cravação de ponteiros duplas, verificou-se uma redução de 2 horas, 10 minutos e 8 segundos para 1 hora e 33 segundos. Isto equivale a uma diminuição de 53,47% (Apêndice 3) no tempo total de operação deste PT, encontrando-se mesmo no limite do tempo de ciclo desejado para a linha de produção.

Por fim, no que diz respeito à poupança em mão-de-obra, obteve-se cerca de 18€ por CBT (Apêndice 5).

Posto de Trabalho 7

Este PT, devido às alterações mencionadas anteriormente, ficou responsável pela execução das cablagens que requerem fichas de conexão e pela colocação de mangas de nylon nos cabos dos TI.

Adicionalmente, considerando as principais dificuldades previamente identificadas, foram propostas as seguintes melhorias:

- A colocação da manga de nylon será mais eficaz se realizada somente no final do processo, visto que quando feita no início, complica a manipulação dos fios;
- A ferramenta para suporte de fichas deverá ser submetida a algumas modificações, nomeadamente ao nível ergonómico;
- As IO deverão ser melhoradas, tornando-as mais claras e específicas;
- Deverá ser estabelecida uma sequência para a conexão dos fios aos respetivos pinos das fichas.

Posto isto, a ordem das tarefas foi redefinida, passando as mangas de nylon a serem colocadas apenas no final do processo.

Anteriormente, foi ainda mencionada a impossibilidade de executar duas cablagens agora previstas para este PT – a cablagem para o carrinho dos TTs e a cablagem para estabelecer a ligação entre a gaveta dos TTs e o CBT. No entanto, dado que os procedimentos para a execução destes cabos são semelhantes aos de outros sobre os quais já se conhecem os tempos, procedeu-se ao cálculo de uma estimativa do tempo necessário para realizar estas tarefas, tendo-se obtido os valores registados na Tabela 34.

Tabela 34 - Tempos PT 6

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Apertar ficha na chapa de suporte	3	00:05:05	00:15:15
Encaixar fios nos pinos da ficha	61	00:00:25	00:25:25
Colocação manga de nylon + abraçadeiras	3	00:02:08	00:06:24
Colocação manga de nylon + abraçadeiras	3	00:02:38	00:07:54
Fazer cablagem carrinho dos TTs	-	-	00:12:02
Fazer cablagem ligação CBT - Gaveta dos TTs	-	-	00:16:18
			01:23:18

Novamente, o tempo total encontra-se um pouco acima do desejado. No entanto, espera-se que esta diferença possa ser compensada no futuro com a implementação das restantes melhorias pensadas para este PT. Dado que estas não foram realizadas em tempo útil, novos testes não foram realizados.

A seguir, apresenta-se na Figura 41 um esboço da ferramenta para suporte de fichas, incorporando uma alteração de natureza ergonômica. Essa alteração envolve a inclusão de um suporte inclinado, o qual permite que a ferramenta fique inclinada na direção do operador enquanto este realiza as suas tarefas sentado.

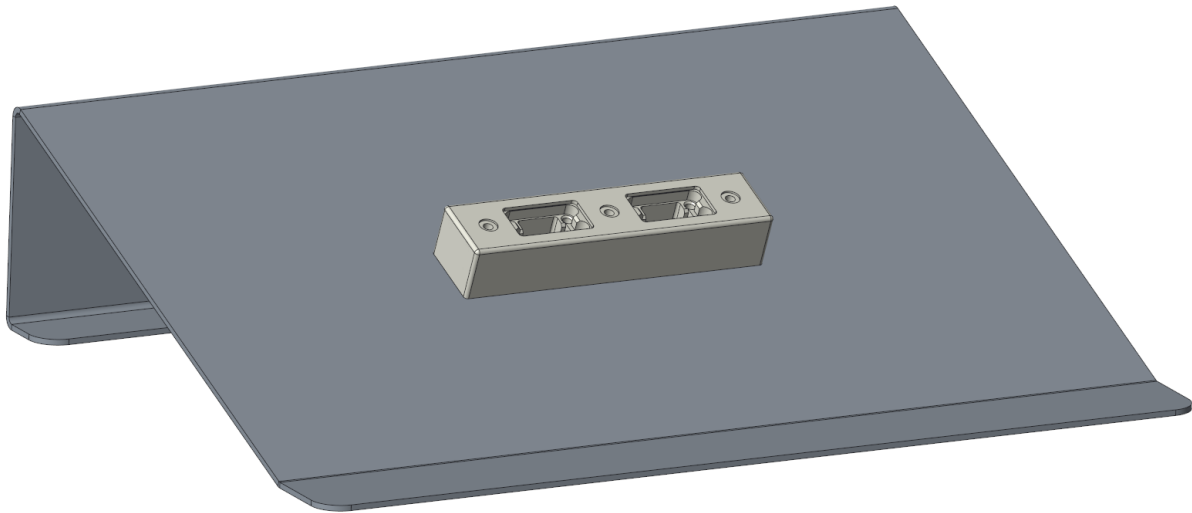


Figura 41 - Ferramenta para suporte de fichas com base inclinada

Por fim, no que diz respeito às IO (apresentadas na Tabela 36), foram realizadas as seguintes ações:

1. Definiu-se uma ordem de conexão dos fios aos pinos das fichas: seguindo a numeração, do primeiro para o último pino na ficha Fd e do último para o primeiro pino nas fichas Fp e Ft. Dito por outras palavras, esta ligação deve ser feita sempre de baixo para cima, garantindo que os fios superiores não interferem com os inferiores;
2. Preencheu-se os pinos de cada uma das fichas com a cor do fio correspondente. Por exemplo, se estiver preenchido de cinzento significa que naquele pino será ligado um fio cinzento, seguindo-se o mesmo princípio para as restantes cores (Figuras 42, 43 e 44). Os pinos deixados a branco não levam nenhum fio.

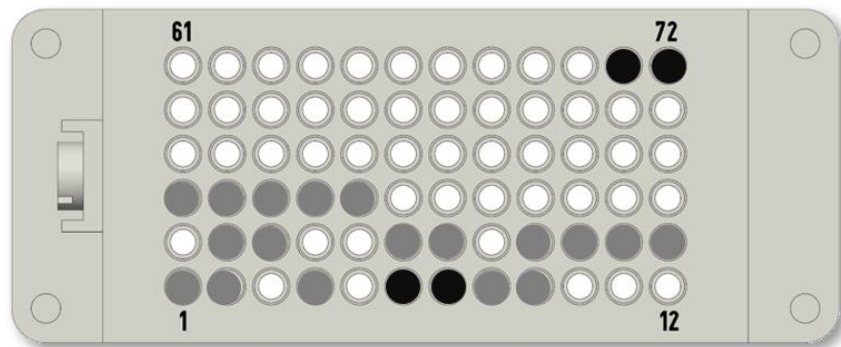


Figura 42 - Ficha Fd (Feixe 4)

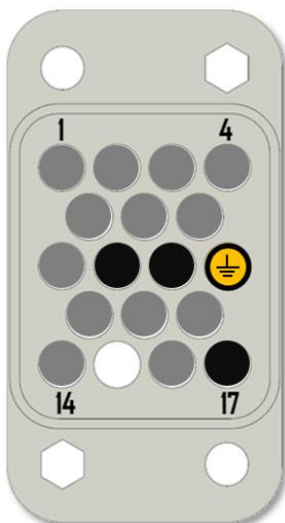


Figura 43 - Ficha Fp (Feixe 5)



Figura 44 - Ficha Ft (Feixe 6)

Posto de Trabalho 8

Considerando todas as alterações anteriormente mencionadas, as tarefas previamente executadas pelos PT 7 e 8 foram acopladas no último PT da linha de produção de cablagens.

Relativamente às tarefas antes realizadas no PT 7 verificou-se que o tempo de execução das mesmas se encontrava bastante abaixo do tempo de ciclo desejado (34 minutos e 45 segundos), pelo que não foram sugeridas quaisquer alterações.

Contudo, procurando sempre por melhorar, pretende-se, no futuro, a idealização e conceção de uma ferramenta que auxilie na eletrificação da régua de bornes da *rearbox*, assegurando que os cabos seguem o caminho e a posição correta. A ideia é desenvolver algo semelhante a uma placa de montagem de cablagens, conforme exemplificado na Figura 45.

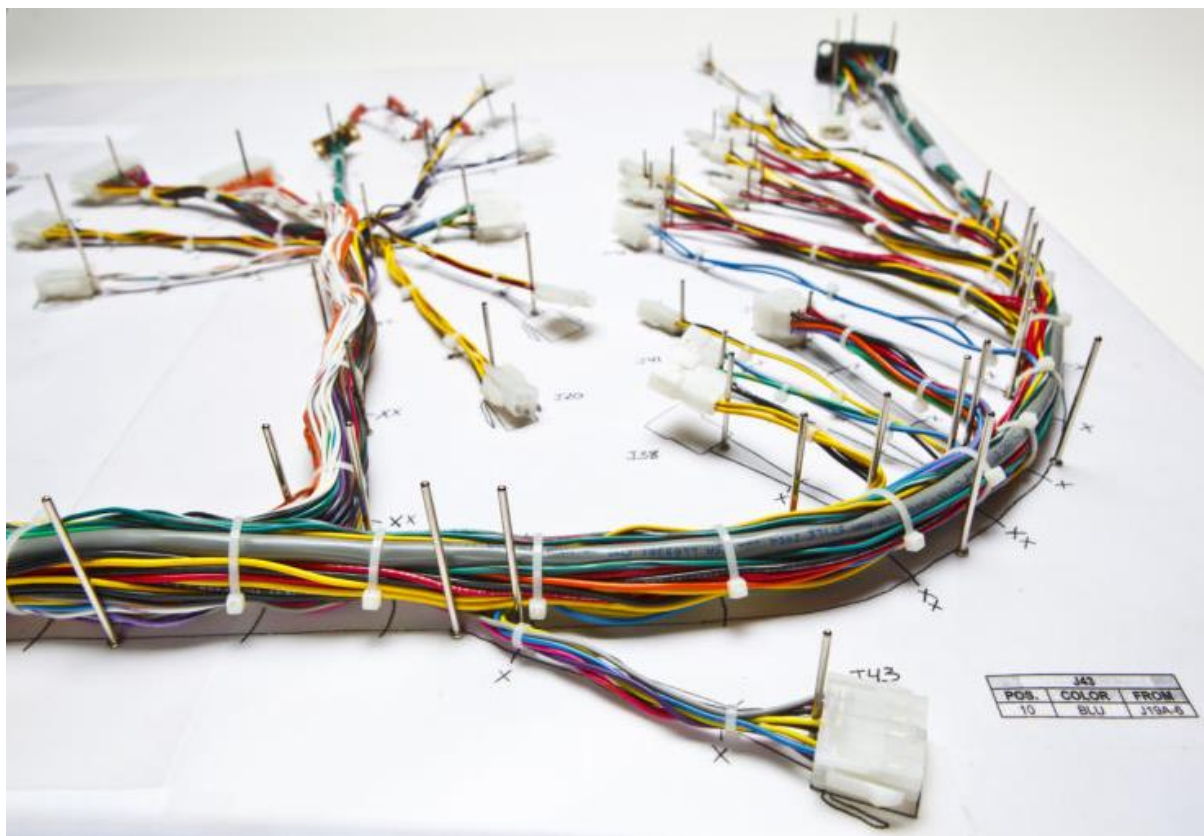


Figura 45 - Placa de montagem de cablagem

Este tipo de solução traz inúmeras vantagens, entre elas, a padronização e simplificação dos procedimentos, bem como a diminuição do tempo necessário para instalar a cablagem na própria cela, dado que esta já se encontrará de acordo com o caminho a seguir no interior da mesma.

Este tipo de ferramenta deve ser projetada assim que o projeto inicial é lançado, usando-o como referência para criar a placa de montagem da cablagem. A placa de teste de montagem, que consiste num diagrama em tamanho real da cablagem, deverá exibir todos os componentes e as suas localizações, bem como o trajeto que a cablagem deverá seguir no interior da cela.

Quanto às tarefas que já eram anteriormente realizadas neste PT, conforme foi referido, apenas foi possível testar a execução de uma das cablagens – o cabo dos sensores de presença de tensão – tendo-se, no entanto, calculado uma estimativa do tempo necessário para realizar as restantes tarefas associadas a este PT.

Os valores obtidos encontram-se na Tabela 35.

Tabela 35 - Tempos PT 8

Tarefa	Repetições	Tempo médio	Tempo total
Colocação manga de nylon + abraçadeiras	3	00:03:24	00:10:13
Ligação à régua de bornes	1	00:24:32	00:24:32
Colocação manga de PVC	2	00:02:33	00:05:07
Colocação manga metálica	1	00:01:58	00:03:55
Colocação bucim	1	00:01:02	00:01:02
Posicionar cablagem na ferramenta	-	-	00:01:04
Colocação marcadores de plástico	6	00:00:10	00:01:00
Colocação de abraçadeiras	2	00:00:15	00:00:30
Executar o Pilot Wire	-	-	00:16:08
Fazer dois shunts terra para os TIs	-	-	00:02:06
Sensores dos higrótermóstatos	-	-	00:03:10
			01:08:47

O tempo total encontra-se bastante próximo do limite desejado, sendo, no entanto, importante mencionar que os tempos de *setup* entre a execução dos diferentes cabos neste PT não foram aqui considerados.

Devido à limitação na exploração detalhada das tarefas deste PT, apenas outra sugestão foi levantada: a possibilidade de fixar a ferramenta (Figura 46) usada para posicionar o cabo dos sensores de presença de tensão à bancada de trabalho, de modo a torná-la mais eficiente.

No que diz respeito ao possível aumento da bancada de trabalho, essa opção não será considerada no presente, uma vez que implicaria um investimento por parte da empresa, o que atualmente não é justificável.

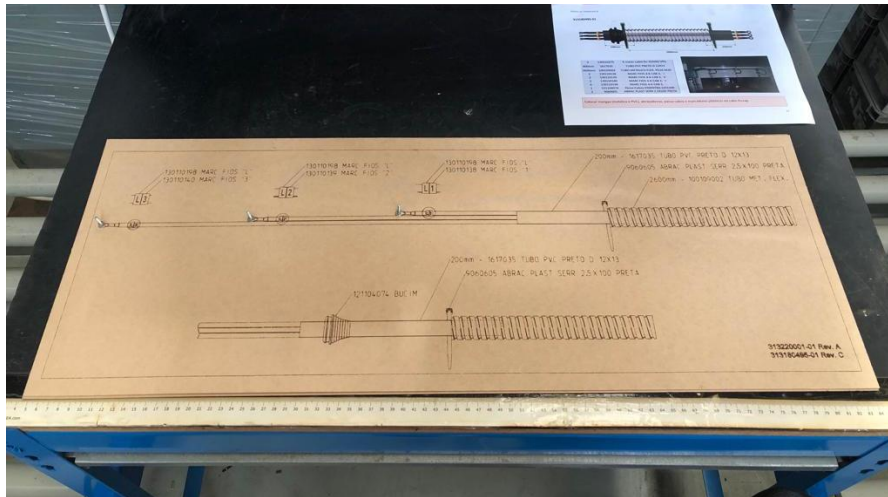


Figura 46 - Ferramenta para posicionamento dos cabos

Eficiência da Linha Depois das Melhorias

Após a análise das melhorias implementadas, é fundamental recalcularmos a eficiência da linha, viabilizando uma comparação face à eficiência inicial.

Novamente, o tempo de operação total da linha foi obtido através da soma dos tempos de operação de cada um dos oito PT. Por sua vez, o tempo de ciclo utilizado para o cálculo da eficiência corresponde ao tempo de operação do PT 1, considerando que neste PT se verificou o maior tempo de operação da linha após a implementação das melhorias.

$$\begin{aligned}
 \text{Eficiência} &= \frac{\sum \text{Tempo de operação de cada PT}}{n^{\circ} \text{ de PTs} \times \text{Tempo de ciclo}} \times 100\% \\
 &= \frac{10:29:31}{8 \times 01:58:51} \times 100 \approx \mathbf{66\%}
 \end{aligned}$$

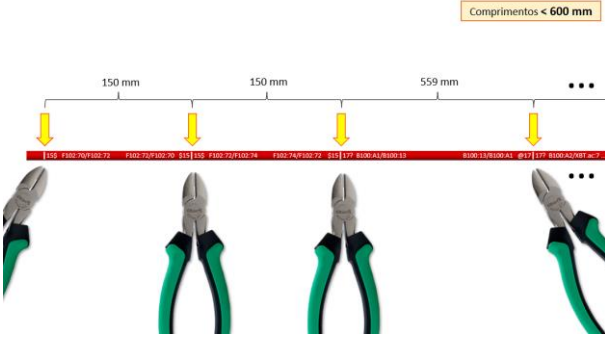

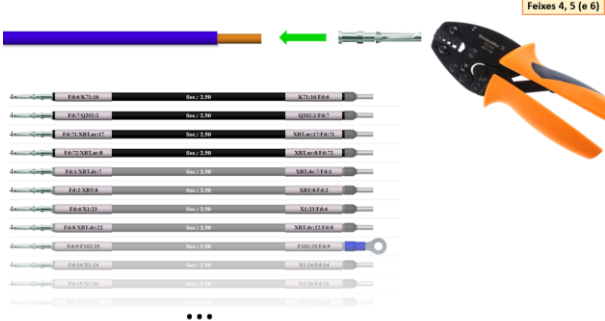
Assim, verifica-se que, embora a meta referente ao tempo de ciclo desejado de 1 hora não tenha sido alcançada, observou-se um incremento na eficiência de aproximadamente 16 pontos percentuais.

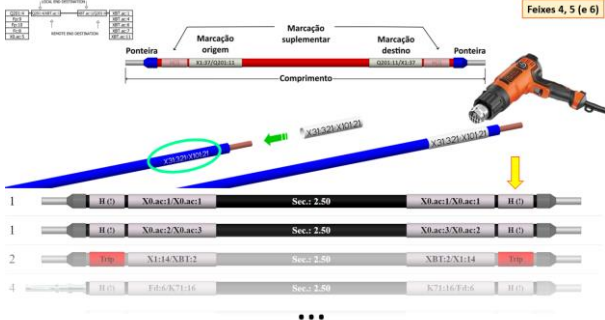
5.1.2 Aprimoramento das Instruções Operacionais

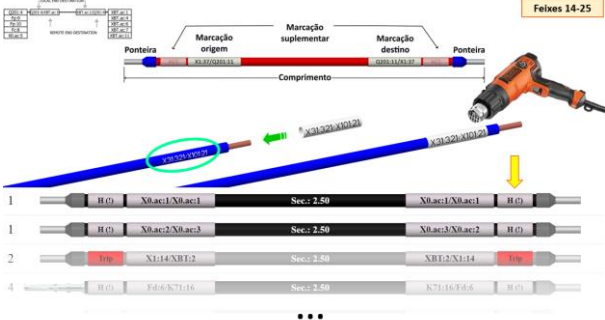

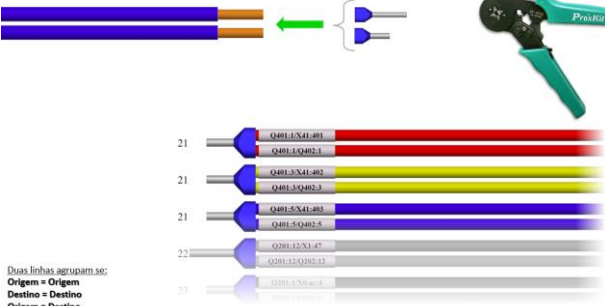
No decorrer dos testes realizados ao longo dos oito PT da linha de produção, tornou-se evidente a ineficiência de algumas das IO previamente desenvolvidas. Posto isto, o objetivo passou pelo aprimoramento das mesmas, tornando-as ainda mais visuais e específicas do processo em questão. Para além disso, surgiu a necessidade de adaptar estas instruções às alterações propostas em alguns dos procedimentos.

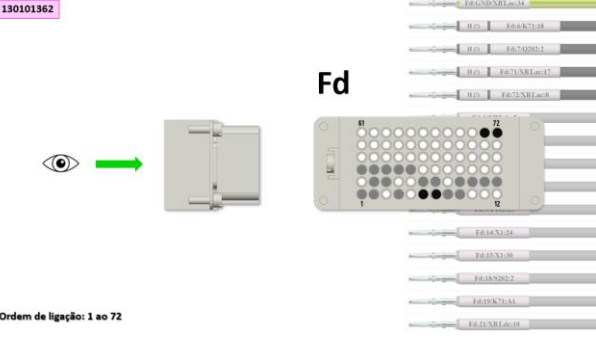
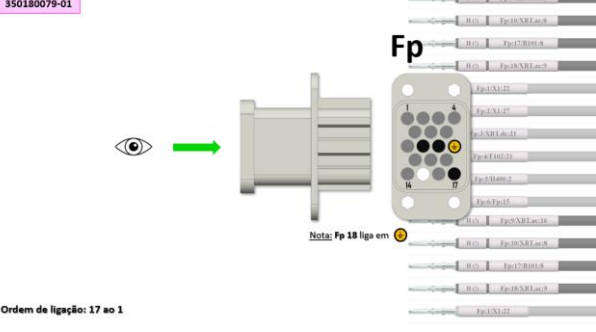
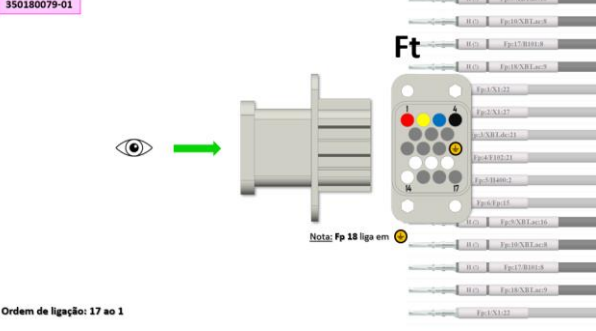
Assim, na Tabela 36, é possível visualizar a segunda iteração no que diz respeito ao processo de desenvolvimento de IO.

Tabela 36 - IO melhoradas

PT	Tarefas	Ajudas visuais
1	<p>Cortar linhas com comprimento inferior a 600mm, utilizando um alicate de corte. O corte deve ser efetuado seguindo as marcações “ ” existentes ao longo do fio.</p> <p>Os 2/3 primeiros e os 2/3 últimos dígitos de cada linha indicam o número do feixe ao qual esta pertence e qual o tipo de ponteira (ou terminal) que deverá ser cravada (o).</p>	
1	<p>Descarnar os fios de modo a retirar a marcação que diz respeito ao feixe e ao tipo de ponteira (ou terminal) a ser cravada(o), utilizando um alicate de descarnar.</p> <p>Cravar ponteiras isoladas simples – artigos 130112069 e 130112315 – utilizando um alicate de cravar ponteiras e a máquina de cravar ponteiras, respetivamente.</p>	
2	<p>Cravar ponteiras <i>harting</i> – artigo 130103242 – nos feixes que levam fichas (feixes 4, 5 e 6), utilizando um alicate de cravar ponteiras <i>harting</i>.</p>	

PT	Tarefas	Ajudas visuais																								
	<p>Colocar marcadores termo retráteis nos feixes 4, 5 e 6, respeitando a orientação correta.</p> <p><u>Nota:</u> no caso dos marcadores grandes basta olhar para o que está escrito no próprio fio; para os fios que levam marcadores pequenos é preciso consultar a lista e estes deverão ser executados primeiro.</p> <p>Depois de colocado o marcador, utilizar a pistola de ar quente apenas no lado que não tem texto, de modo a fixá-lo ao fio sem eliminar o texto.</p> <p>Ver OPL - Modo de utilização da pistola de ar quente</p>	 <p>Feixes 4, 5 e 6</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>H.0</td> <td>X0.ae1/X0.ae1</td> <td>Sec.: 2.50</td> <td>X0.ae1/X0.ae1</td> <td>H.0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>H.0</td> <td>X0.ae2/X0.ae3</td> <td>Sec.: 2.50</td> <td>X0.ae3/X0.ae2</td> <td>H.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>109</td> <td>X1.14/XBE.2</td> <td>Sec.: 2.50</td> <td>XBE.2/X1.14</td> <td>109</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>H.0</td> <td>F8.C/K71.14</td> <td>Sec.: 2.50</td> <td>K71.16/F8.6</td> <td>H.0</td> </tr> </table>	1	H.0	X0.ae1/X0.ae1	Sec.: 2.50	X0.ae1/X0.ae1	H.0	1	H.0	X0.ae2/X0.ae3	Sec.: 2.50	X0.ae3/X0.ae2	H.0	2	109	X1.14/XBE.2	Sec.: 2.50	XBE.2/X1.14	109	4	H.0	F8.C/K71.14	Sec.: 2.50	K71.16/F8.6	H.0
1	H.0	X0.ae1/X0.ae1	Sec.: 2.50	X0.ae1/X0.ae1	H.0																					
1	H.0	X0.ae2/X0.ae3	Sec.: 2.50	X0.ae3/X0.ae2	H.0																					
2	109	X1.14/XBE.2	Sec.: 2.50	XBE.2/X1.14	109																					
4	H.0	F8.C/K71.14	Sec.: 2.50	K71.16/F8.6	H.0																					
3	<p>Colocar marcadores termo retráteis nos feixes 1-3 e 7-13, respeitando a orientação correta.</p> <p><u>Nota:</u> no caso dos marcadores grandes basta olhar para o que está escrito no próprio fio; para os fios que levam marcadores pequenos é preciso consultar a lista e estes deverão ser executados primeiro.</p> <p>Depois de colocado o marcador, utilizar a pistola de ar quente apenas no lado que não tem texto, de modo a fixá-lo ao fio sem eliminar o texto.</p> <p>Ver OPL - Modo de utilização da pistola de ar quente</p>	 <p>Feixes 1-3 e 7-13</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>H.0</td> <td>X0.ae1/X0.ae1</td> <td>Sec.: 2.50</td> <td>X0.ae1/X0.ae1</td> <td>H.0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>H.0</td> <td>X0.ae2/X0.ae3</td> <td>Sec.: 2.50</td> <td>X0.ae3/X0.ae2</td> <td>H.0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>109</td> <td>X1.14/XBE.2</td> <td>Sec.: 2.50</td> <td>XBE.2/X1.14</td> <td>109</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>H.0</td> <td>F8.C/K71.14</td> <td>Sec.: 2.50</td> <td>K71.16/F8.6</td> <td>H.0</td> </tr> </table>	1	H.0	X0.ae1/X0.ae1	Sec.: 2.50	X0.ae1/X0.ae1	H.0	1	H.0	X0.ae2/X0.ae3	Sec.: 2.50	X0.ae3/X0.ae2	H.0	2	109	X1.14/XBE.2	Sec.: 2.50	XBE.2/X1.14	109	4	H.0	F8.C/K71.14	Sec.: 2.50	K71.16/F8.6	H.0
1	H.0	X0.ae1/X0.ae1	Sec.: 2.50	X0.ae1/X0.ae1	H.0																					
1	H.0	X0.ae2/X0.ae3	Sec.: 2.50	X0.ae3/X0.ae2	H.0																					
2	109	X1.14/XBE.2	Sec.: 2.50	XBE.2/X1.14	109																					
4	H.0	F8.C/K71.14	Sec.: 2.50	K71.16/F8.6	H.0																					

PT	Tarefas	Ajudas visuais
4	<p>Colocar marcadores termo retráteis nos feixes 14-25, respeitando a orientação correta.</p> <p><u>Nota:</u> no caso dos marcadores grandes basta olhar para o que está escrito no próprio fio; para os fios que levam marcadores pequenos é preciso consultar a lista e estes deverão ser executados primeiro.</p> <p>Depois de colocado o marcador, utilizar a pistola de ar quente apenas no lado que não tem texto, de modo a fixá-lo ao fio sem eliminar o texto.</p> <p>Ver OPL - Modo de utilização da pistola de ar quente</p>	 <p>Diagrama de um feixe de cabos com marcadores retráteis e uma pistola de ar quente. O diagrama mostra a orientação dos cabos com marcadores de origem e destino, e uma lista de cabos com seus respectivos códigos e seções.</p>
5	<p>Cravar terminais – artigos 9442862, 944A0002, 944A0001, 130112276 e 944A0003 – utilizando um alicate de cravar terminais.</p>	 <p>Diagrama de um feixe de cabos com terminais e um alicate de cravar terminais. O diagrama mostra a orientação dos cabos com terminais de origem e destino, e uma lista de cabos com seus respectivos códigos e seções.</p>
5	<p>Cravar ponteiros duplas – artigos 130112468 e 9441452 – utilizando um alicate de cravar ponteiros.</p>	 <p>Diagrama de um feixe de cabos com ponteiros duplos e um alicate de cravar ponteiros. O diagrama mostra a orientação dos cabos com ponteiros de origem e destino, e uma lista de cabos com seus respectivos códigos e seções.</p> <p>Dois linhas agrupam-se: Origem = Origem Destino = Destino Origem = Destino</p>

PT	Tarefas	Ajudas visuais
	<p>Montar ficha – artigo 130101362 – ligando o feixe 4, seguindo o que está gravado no próprio fio (Fd:x/...).</p> <p><u>Nota:</u> As cores nos pinos representam as cores dos fios correspondentes.</p>	<p>130101362</p>  <p>Ordem de ligação: 1 ao 72</p>
6	<p>Montar ficha – artigo 350180079-01 – ligando o feixe 5, seguindo o que está gravado no próprio fio (Fp:x/...).</p> <p><u>Nota:</u> As cores nos pinos representam as cores dos fios correspondentes.</p>	<p>350180079-01</p>  <p>Nota: Fp 18 liga em</p> <p>Ordem de ligação: 17 ao 1</p>
	<p>Montar ficha – artigo 350180079-01 – ligando o feixe 6, seguindo o que está gravado no próprio fio (Ft:x/...).</p> <p><u>Nota:</u> As cores nos pinos representam as cores dos fios correspondentes.</p>	<p>350180079-01</p>  <p>Nota: Fp 18 liga em</p> <p>Ordem de ligação: 17 ao 1</p>

É fundamental ressaltar que continua e sempre continuará a existir margem para melhorias. No que se refere às restantes IO, estas não se encontram na Tabela 36 dado que não sofreram quaisquer alterações. Após a conclusão de todas as IO relacionadas com a linha de produção de cablagens, estas foram disponibilizadas no *Switch/IT*, tornando-as acessíveis a todos os colaboradores da UN AMT.

5.1.3 Proposta de Layout

Conforme mencionado na subsecção 4.3.6, o problema mais crítico no que diz respeito ao atual layout da linha de produção de cablagens reside na subutilização dos tapetes de rolos, tornando o processo de transporte das caixas contendo as cablagens consideravelmente mais demorado, exaustivo e fisicamente desgastante para os operadores.

Com base nessa problemática, e considerando que o principal objetivo desta reconfiguração é maximizar a eficiência do uso desses equipamentos, apresenta-se na Figura 47 um esboço da proposta elaborada para o novo layout da linha. Este diferencia-se de forma substancial em relação ao layout existente, procurando resolver não só a questão identificada anteriormente, mas também aprimorar o desempenho geral da linha de produção de cablagens.

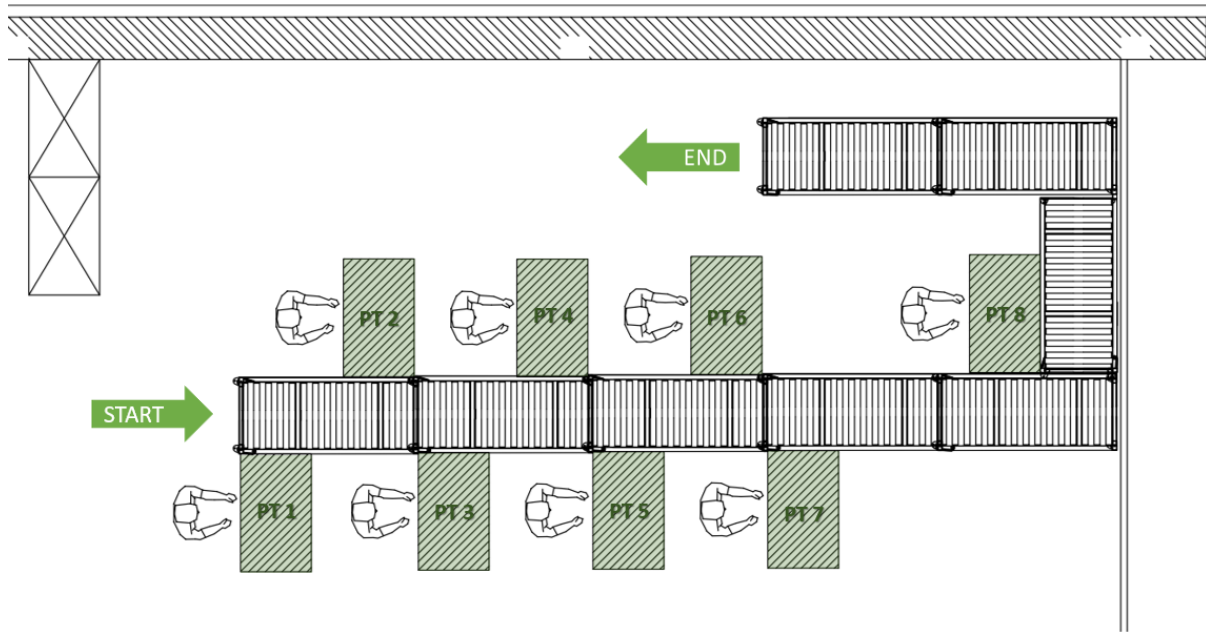


Figura 47 - Proposta de novo layout para linha de produção de cablagens

Conforme evidenciado pela Figura 47, os tapetes de rolos encontram-se estrategicamente posicionados e interligados no centro da linha, de modo a atender eficazmente à sua principal função – facilitar o transporte de materiais entre os diversos PT de uma linha de produção. Por sua vez, os PT estão dispostos de forma alternada ao longo das laterais dos tapetes.

O fluxo da caixa que contém as cablagens deverá ser conforme o a seguir descrito:

Uma vez concluídas as tarefas do PT 1, a caixa prossegue na linha de produção e, nos três postos subsequentes (PT 2, PT 3 e PT 4), cada operador é responsável por retirar os feixes designados. Isto é, a caixa passa do PT 1 para o PT2, onde o operador retira os feixes 4, 5 e 6. Em seguida, a caixa é deslocada para o PT 3, onde o operador retira os feixes 1 a 3 e 7 a 13. O mesmo procedimento é replicado para o PT 4, onde o operador retira os feixes 14 ao 25. Após a conclusão das tarefas nestes três postos, os operadores colocam os feixes processados de volta na caixa e encaminham-na ao longo dos tapetes para o PT 5.

Assim que o operador do PT 5 termine as tarefas a ele designadas, este empurra a caixa até ao PT 6, onde este executa as tarefas a si atribuídas. De seguida, a caixa é direcionada para o PT 7, no qual o operador retira os feixes 4, 5, 6 e 24. Por fim, no PT 8, o operador retira os feixes 1, 2 e 3 e as cablagens correspondentes. É possível ainda observar na Figura 47 que o PT 8 se encontra mais afastado em relação aos demais postos, dada a sua maior necessidade de espaço.

Após o cumprimento das tarefas em todos os PT, é essencial que todos os feixes e cablagens processados sejam cuidadosamente colocados de volta na caixa. Esta é, então, movida até ao final da linha de produção, ficando a equipa da Logística responsável pelo seu transporte até à linha dos CBT.

Em resumo, essa abordagem melhorada do layout permite que os tapetes de rolos sejam eficientemente empregados no transporte das caixas de cablagens, resultando na economia de tempo e esforço para os operadores, enquanto se maximiza a utilização do espaço de forma mais inteligente.

Foram ainda mencionados problemas no que respeita a questões ergonómicas da linha, tais como: o local trabalho, a repetitividade do trabalho, a iluminação e o ambiente térmico do espaço. Para cada um destes problemas foram listadas as seguintes propostas de melhoria:

2. Local de Trabalho. Proporcionar mais área útil de trabalho aos PT mais necessitados, nomeadamente ao PT 8. Disponibilizar assentos ajustáveis e o mais confortáveis possível aos operadores, dada a natureza do trabalho;

11. Repetitividade do Trabalho. Dar formação aos operadores em todos os PT, possibilitando a existência de rotatividade, de forma a mitigar a monotonia e a fadiga;

14. Iluminação. Considerar a melhoria da iluminação ou até mesmo a inclusão de um ponto de iluminação individual em cada PT, especialmente naqueles onde a precisão é essencial;

15. Ambiente térmico. Investir em soluções para melhorar o ambiente térmico, como ventilação adequada ou sistemas de controle de temperatura, sendo primordial para o bem-estar dos trabalhadores.

5.1.4 Outras Sugestões

A seguir, destacam-se algumas propostas bastante simples, contudo, com potencial para gerar um impacto positivo tanto na eficiência da linha de produção de cablagens quanto na produção geral do produto Normacel® 12.

Preparação dos feixes e das cablagens para a linha dos CBT

Após a conclusão de um conjunto de cablagens na linha de produção respetiva, o mesmo é encaminhado para a linha dos CBT, sob a responsabilidade da equipa da Logística. Já na linha dos CBT, os feixes/cablagens previamente processados são alocados aos diferentes PT da linha. Essa distribuição segue um padrão estabelecido, que varia consoante o tipo de CBT a ser montado, dado que cada PT possui uma função específica e constante.

Assim sendo, surgiu a ideia de pré-separar os feixes/cablagens com base no PT ao qual estão destinados, simplificando o processo a jusante. Para implementar essa ideia, a sugestão seria afixar a informação necessária (ver Tabela 37) no final da linha de produção de cablagens, designando-se um operador desta mesma linha para dividir os feixes/cablagens pelas diferentes caixas, cada uma delas devidamente identificada com o PT correspondente na linha subsequente. Isso simplificaria o processo de transição e garantiria a eficácia da distribuição.

Tabela 37 - Distribuição dos feixes/cablagens na linha dos CBT

CBT	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
PT 1	-	-	-	-
PT 2	-	-	-	-
PT 3	4, 5, 6, 7, 8, 9	4, 5, 6, 7, 8	4, 5, 6	4, 5, 6, 7, 8, 9
PT 4	10, 11, 12	9, 10, 11, <i>Pilot Wire</i> (Porta)	7, 8, 9	10, 11, 12, <i>Pilot Wire</i> (Rearbox)
PT 5	13, 14, Cabo <i>Kuvag</i>	12, 13, 14, 15, 16	10, Cabo <i>Kuvag</i>	13, 14, 15, 16, 17
PT 6	15, 16, 17, 18, 19	Cabo <i>Kuvag</i> , 17, 18, 19, 20, 22	11, 12, 13, 14, 15	Cabo <i>Kuvag</i> , 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26
PT 7	1, 2, 3	21, <i>Pilot Wire</i> (Porta)	1, 2, 3	24, <i>Pilot Wire</i> (Rearbox)
PT 8	-	1, 2, 3	-	1,2,3
Feixe TT	-	-	-	25

Agrupamento Temporário de Feixes Utilizando Molas

Os feixes chegam à linha de produção de cablagens, provenientes da KOMAX, conforme ilustrado na Figura 48, enrolados sobre si próprios e seguros com fita cola papel, na qual é escrito à mão o número do feixe correspondente.

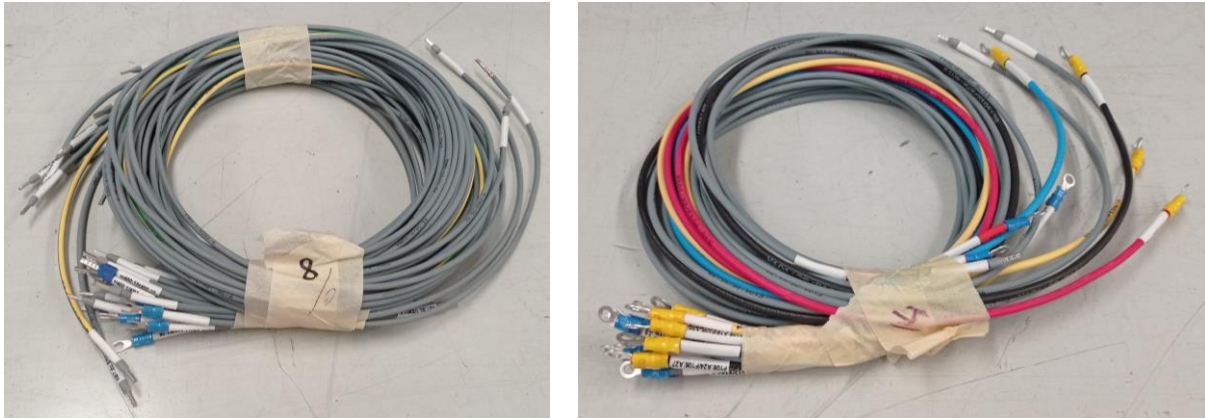


Figura 48 - Feixes 8 e 14 (Exemplo)

Cada vez que um determinado feixe é manuseado num PT da linha, esta fita precisa de ser removida. Após concluídas todas as ações previstas para o feixe em questão, é necessário aplicar nova fita adesiva de forma a acomodar adequadamente os fios e a preservar a informação relativa ao número do feixe. Essa prática resulta não apenas no desperdício de fita adesiva, mas também consome tempo precioso no processo e aumenta o risco de perda de informação respeitante ao feixe.

Posto isto, surgiu a seguinte ideia: recorrer ao uso de molas para agrupar temporariamente todos os fios de um feixe, evitando a necessidade de retirar e recolocar constantemente fita adesiva até que todas as ações necessárias no feixe estejam concluídas. Embora seja uma ideia simples, a sua praticidade e potencial para economizar tempo e recursos podem revelar-se benéficas ao longo do tempo.

A ideia foi inicialmente testada com molas de cabelo (Figura 49), sendo necessário escrever o número do feixe na própria mola. No entanto, numa fase posterior, pode ser considerada a utilização de outros tipos de molas industriais mais adequadas para o efeito, conforme exemplificado na Figura 50.



Figura 49 - Mola de cabelo (experimental)



Figura 50 - Mola industrial

Reintrodução do Sistema de Abastecimento Kanban

No que diz respeito aos pequenos artigos necessários à construção das cablagens, estes eram fornecidos à linha por meio de um sistema *kanban*, o qual se encontrava igualmente inativo e sobre o qual não foi possível obter muita informação. Com base no exposto, encontra-se a seguir descrito, de uma forma geral, o modo como se acredita que esse sistema deveria e deverá voltar a funcionar no futuro.

Cada uma das caixas, que contêm os vários tipos de componentes e que são disponibilizadas aos diversos PT da linha, deverá ser identificada com um cartão *kanban* amovível e plastificado, conforme ilustrado na Figura 51. Este cartão incluirá informações como o código do artigo, o nome, o armazém responsável pelo reabastecimento, a quantidade por caixa, o código da caixa à qual o *kanban* pertence, a linha de destino e a localização que o artigo deverá tomar na estante presente na linha das cablagens (Figura 52).



Figura 51 - Kanban



Figura 52 - Estante artigos kanban da linha de produção de cablagens

Os cartões deverão ser retirados de cada uma das caixas assim que estas se encontrarem vazias e, em seguida, colocados no recipiente designado "Cartões Para Ler" (Figura 53) pelo operador do respetivo PT. Posteriormente, a equipa da Logística é responsável por recolher esses cartões, reabastecer as caixas e entregá-las de volta à linha de produção de cablagens. Após entregue o material necessário, a equipa da Logística deve transferir os cartões para o recipiente "Cartões Já Lidos" (Figura 53), e os operadores devem, então, recolhê-los e devolvê-los às caixas apropriadas.

Este sistema deverá operar com mais do que uma caixa para cada tipo de artigo, de acordo com as necessidades específicas de cada um, garantindo assim que a linha nunca tenha de parar devido à falta de material.



Figura 53 - Ponto de recolha kanban

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sexto e último capítulo, apresentam-se as considerações finais resultantes do presente projeto de dissertação. Neste capítulo, são sintetizados os principais objetivos inicialmente definidos, as diferentes fases segundo as quais o projeto foi estruturado, bem como os resultados obtidos e as principais conclusões face às propostas de melhoria implementadas em tempo útil. Salienta-se, mais uma vez, que a linha de produção de cablagens não se encontrava operacional durante todo o período de estágio, situação essa que representou um grande desafio para a concretização deste projeto e que impossibilitou a implementação de algumas das propostas de melhoria discutidas no capítulo anterior.

Adicionalmente, e reconhecendo que há sempre espaço para melhorias, propõem-se ainda algumas sugestões de trabalho futuro.

6.1 Conclusões

O trabalho desenvolvido na Efacec e apresentado ao longo da presente dissertação, centrou-se principalmente na melhoria de processos anteriormente praticados ao longo da linha de produção de cablagens, visando um melhor balanceamento da mesma. Esta otimização envolveu a melhoria da qualidade da informação disponibilizada aos operadores nos diversos PT da linha, a introdução de novas ferramentas e outras medidas que resultaram na tão objetivada redução dos tempos de operação.

Em primeiro lugar, efetuou-se um diagnóstico do estado "atual", no qual se recorreu à reunião, organização, análise e compreensão de toda a documentação existente sobre a linha e todos os detalhes a esta associados.

Uma vez estudada toda esta informação, foi elaborado um conjunto de IO claras e objetivas, preenchendo assim uma lacuna na documentação existente. Para além disso, este processo serviu como uma estratégia adicional para consolidar todo o conhecimento adquirido.

Finalmente, após a organização completa da linha de produção, isto é, a disposição adequada das ajudas visuais, artigos e ferramentas nos respetivos PT, procedeu-se à realização de testes. Dado que a linha se encontrava inativa, esta abordagem foi considerada a mais apropriada para avaliar o processo, assim como para testar e validar ideias de possíveis melhorias que foram surgindo ao longo do estágio. Além disso, esses testes tiveram como principal intuito a aquisição dos tempos de execução das várias tarefas, bem como a identificação dos principais problemas da linha.

Durante o período de testes, o qual se estendeu por aproximadamente duas semanas, foram conduzidos testes para avaliar tanto o processo "atual", como também foram testadas algumas das melhorias propostas. Entre elas, houve uma que se destacou, resultando em melhorias significativas não apenas no processo em si, mas também na poupança de tempo e material. Tal melhoria foi implementada no PT 1 e está relacionada com a forma como os fios de cobre de igual cor e secção, com um comprimento final inferior a 600 mm, são fornecidos à linha. Esta reduziu o desperdício de fio de cobre de 4,45% para um valor residual de apenas 0,2%. Para além disso, como a quantidade de fio a ser adquirida diminuiu, o custo médio dessa compra passou de 198,23€ para 190,59€, representando uma poupança de 7,64€ por cada CBT do Tipo 4 produzido. Considerando que este valor é aproximadamente igual para os quatro tipos de celas das 378 presentes no contrato, tem-se uma poupança total de 2 887,92€, um valor significativo em termos de redução de custos.

O conjunto de todas as propostas de melhoria implementadas, como o desenvolvimento de uma OPL para padronizar o modo de utilização da pistola de ar quente, a melhoria das ajudas visuais, entre outras, conduziram a uma diminuição de 42% (Apêndice 4) no tempo de operação total da linha. Para além disso, o tempo de ciclo da mesma passou de 4h 33min 54s para 1h 58min 51s, traduzindo-se num aumento da eficiência da mesma de 50% para 66%. Assim sendo, calculou-se ainda a poupança em mão-de-obra, considerando uma taxa horária de 15€ por trabalhador. Obteve-se uma redução de 135€ por cada CBT produzido, totalizando 51 030€ poupados para o contrato em questão.

Conforme mencionado no capítulo 5, a UN ambiciona produzir 8 celas Normacel® 12 por dia, o que significa que o tempo de ciclo da linha não deve ultrapassar 1 hora. Embora alguns dos PT ainda tenham um tempo de operação superior, a linha está consideravelmente mais equilibrada agora. Espera-se que, no futuro, com a implementação das outras propostas discutidas, seja possível alcançar um tempo de ciclo inferior ou igual a 1 hora, não apenas na linha de produção de cablagens, como também nas duas linhas subsequentes.

No seguimento do principal problema anteriormente exposto, a inatividade da linha representou um significativo obstáculo na execução deste projeto, o que inviabilizou a condução de análises mais aprofundadas e específicas relacionadas à filosofia *Lean*, como por exemplo, a realização de uma auditoria 5S. Ainda assim, todas as soluções apresentadas encontram-se alinhadas com a essência do *Lean Production*, fazer mais com menos. Quando aplicadas corretamente, até mesmo as soluções mais simples podem resultar em melhorias significativas a um custo muito baixo ou mesmo inexistente para a empresa.

Em suma, como última consideração, o desenvolvimento desta dissertação revelou-se uma viagem desafiante que enfatiza a capacidade de superar obstáculos aparentemente intransponíveis por meio da perseverança e da busca incansável por soluções.

6.2 Trabalho Futuro

Dadas as limitações enfrentadas durante a realização deste projeto, a proposta de trabalhos futuros passa pela implementação de todas as propostas de melhoria que não puderam ser concretizadas, nomeadamente a conceção e teste das ferramentas idealizadas, a validação das IO aprimoradas, a reconfiguração do layout da linha, a melhoria das condições ergonómicas a que os trabalhadores estão sujeitos, bem como todas as outras sugestões detalhadas ao longo do capítulo 5.

Além disso, aquando da ativação da linha de produção de cablagens, há outros elementos a serem considerados, incluindo a incorporação da filosofia 5S na rotina dos trabalhadores. Isso implica garantir que na linha esteja presente apenas o material necessário, que as ferramentas tenham um local apropriado em cada um dos PT e que se estabeleçam regras de limpeza periódicas. Todas estas estratégias visam tornar a linha mais eficiente, ao mesmo tempo que procuram elevar a motivação dos trabalhadores.

Adicionalmente, é relevante reavaliar o sistema de abastecimento dos pequenos artigos necessários na construção das cablagens, considerando a reintegração do *kanban* existente. No contexto da linha de produção de cablagens, o *kanban* pode ser utilizado para sinalizar quando e quais peças ou materiais precisam ser reabastecidos, garantindo um fluxo contínuo de abastecimento sem excessos ou faltas, contribuindo assim para a eficiência da produção.

A filosofia *Kaizen* assenta na procura constante da perfeição e, por conseguinte, os esforços para aprimorar continuamente os processos nunca devem ser interrompidos. É essencial destacar a importância do envolvimento de todos os colaboradores nesse processo, promovendo uma mudança de mentalidade que se concentre na identificação e eliminação de desperdícios, bem como na procura de um local de trabalho harmonioso, limpo e organizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2010). Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments. *International Annual EurOMA Conference – Managing Operations in Service Economics (EurOMA)*.
- Batagin, F. G. R., & Patrocínio, A. B. do. (n.d.). *ANALISE ERGONÔMICA DO POSTO DE TRABALHO PELO MÉTODO*.
- Cavaglieri, M., & Juliani, J. P. (2016). LEAN ARCHIVES: O emprego do Lean Office na gestão de arquivos. *Perspectivas Em Ciencia Da Informacao*, 21(4), 180–201. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/2726>
- Chiarini, A., Baccarani, C., & Mascherpa, V. (2018). Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy: A conceptual analysis from the perspective of Zen Buddhism. *TQM Journal*, 30(4), 425–438. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2017-0178>
- Cruz, A., Tereso, A., & Alves, A. C. (2020). Traditional, agile and lean project management: A systematic literature review. In *Journal of Modern Project Management* (Vol. 8, Issue 2, pp. 86–95). Editora Mundos Sociais. <https://doi.org/10.19255/JMPM02407>
- Dailey, K. W. (2003). *The Lean Manufacturing Pocket Handbook*. DW Publishing Co.
- Drira, A., Pierreval, H., & Hajri-Gabouj, S. (2007). Facility layout problems: A survey. *Annual Reviews in Control*, 31(2), 255–267. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2007.04.001>
- Efacec. (2016). *Aparelhagem de Alta e Média Tensão - Portefólio de Soluções*. <https://www.efacec.pt/wp-content/uploads/2016/10/Aparelhagem-media-alta-tensao.pdf>
- Efacec. (2017). *Instruções para visitantes | Arrozeira*.
- Efacec. (2019). *Relatório e Contas 2019*.
- Efacec. (2023). *Quem Somos*. <https://www.efacec.pt/quem-somos/>
- Feng, P. P., & Ballard, G. (n.d.). *STANDARD WORK FROM A LEAN THEORY PERSPECTIVE*. <http://p2sl.berkeley.edu/>
- Galsworth, G. D. (2011). The Visual Workplace. *Printing Industries of America: The Magazine*.
- Henao, R., Sarache, W., & Gómez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 208, pp. 99–116). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.116>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>

- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation-Productivity-Press-1995-pdf*. Productivity Press.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. McGraw-Hill Professional.
- Jyothi, V. E., & Rao, K. N. (2012). Effective Implementation of Agile Practices-Incoordination with Lean Kanban. *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)* , 4, 87–91.
- Liff, Stewart., & Posey, P. Ashley. (2004). *Seeing is believing: How the New Art of Visual Management Can Boost Performance Throughout Your Organization*. Amacom.
- Liker, J. K. (2010). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (second edition). McGraw-Hill Education.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook - A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill.
- Lopes, D. F. (2017). *Análise e implementação de um sistema Kanban numa empresa metalomecânica*. Universidade de Coimbra.
- Machado, V. C., & Leitner, U. (2010). Lean tools and lean transformation process in health care. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 5(5), 383–392. <https://doi.org/10.1080/17509653.2010.10671129>
- Magalhães, J. C., Alves, A. C., Costa, N., & Rodrigues, A. R. (2019). Improving processes in a postgraduate office of a university through lean office tools. *International Journal for Quality Research*, 13(4), 797–810. <https://doi.org/10.24874/IJQR13.04-03>
- Marinho, R. (2015). *NORMACEL 12kV 50kA QUADRO EXTRAÍVEL ISOLADO A AR Manual de Instruções* (pp. 4–9).
- Mc kendall, A. R., Noble, J. S., & Klein, C. M. (1999). Facility layout of irregular-shaped departments using a nested approach. *International Journal of Production Research*, 37(13), 2895–2914. <https://doi.org/10.1080/002075499190338>
- Meller, R. D., & Gau, K.-Y. (1996). The Facility Layout Problem: Recent and Emerging Trends and Perspectives. In *Journal of Manufacturing Systems* (Vol. 15, Issue 5).
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (Fourth Edition). CRC Press.
- Napoleão, B. M. (2018). *Ferramentas da Qualidade: O Glossário definitivo sobre as ferramentas da qualidade*. <https://ferramentasdaqualidade.org/5s/>

- Nápoles, I. I. G. de. (2021). *Aplicação de conceitos Lean para melhoria do desempenho de uma unidade de produção de transformadores*.
- O'brien, R. (1988). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*.
<http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>
- Powell, D., Strandhagen, J. O., Tommelein, I., Ballard, G., & Rossi, M. (2014). A new set of principles for pursuing the lean ideal in engineer-To-order manufacturers. *Procedia CIRP*, 17, 571–576. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.137>
- Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. Productivity Press.
- Radin Umar, R. Z., Tiong, J. Y., Ahmad, N., & Dahalan, J. (2023). Development of framework integrating ergonomics in Lean's Muda, Muri, and Mura concepts. *Production Planning and Control*. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2189640>
- Santos, M. J. C. dos. (2018). *Aplicação de uma metodologia Lean ao serviço da manutenção numa empresa do sector alimentar*. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint*. Productivity Press.
- Shou, W., Wang, J., Wu, P., & Wang, X. (2020). Value adding and non-value adding activities in turnaround maintenance process: classification, validation, and benefits. *Production Planning and Control*, 31(1), 60–77. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1629038>
- Szwedzka, K., & Kaczmarek, J. (2018). One point lesson as a tool for work standardization and optimization -case study. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 605, 21–31. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0_3
- Taherimashhadi, M., & Ribas, I. (2018). A Model to Align Organizational Culture to Lean Culture. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(2), 207–221. <https://doi.org/10.3926/jiem.2511>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. In *Journal of the Operational Research Society* (Vol. 48, Issue 11). Springer Nature. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>

APÊNDICES

Apêndice 1 – Fio de cobre (Desperdício + Gastos) – Antes das melhorias

De forma a obtermos o total de fio de cobre que irá ser aproveitado, no que diz respeito aos fios que chegam à linha de produção das cablagens com um comprimento de 600 mm, somam-se todos os valores da coluna "Compr." do ficheiro Excel apresentado no Anexo 1. Assim, obtém-se um total de 24890 mm, correspondendo este ao comprimento de fio de cobre que irá ser aproveitado.

Posteriormente, para se calcular o fio de cobre que irá ser desperdiçado basta multiplicar o número de fios com comprimento igual a 600 mm (87) por 600 mm, obtendo-se o total de fio e, de seguida, subtrair o valor anteriormente calculado.

Deste modo, tem-se:

- **Fio aproveitado** = SOMA (coluna Compr.) = **24890 mm**
- **Fio desperdiçado** = $600 \times 87 - 24890 = 27810 \text{ mm}$
- **Desperdício1** = $\frac{27310}{24890+27310} = 0,5232 \text{ (52,32 \%)}$

Dos valores acima obtidos, conclui-se que mais de metade do fio de cobre é desperdiçado, considerando apenas os fios com 600 mm.

Considerando agora como 100% o total de fio de cobre utilizado num CBT do Tipo 4, tem-se:

- **Desperdício2** = $\frac{27310}{598068} = 0,0457 \text{ (4,57\%)}$

O ficheiro Excel CBT014_komax apresentado no Anexo 2, contém informação acerca do comprimento de todos os fios dos 25 feixes, para além dos fios com comprimento inferior a 600 mm. O valor 598068 foi obtido através da soma de todos os comprimentos presentes nesse ficheiro.

Adicionalmente, filtrou-se esse ficheiro pela cor/secção do fio para se obter a quantidade necessária de cada um e, assim, calcular-se os custos. É importante referir que os valores de compra utilizados foram fornecidos pela empresa e que correspondem aos valores que vigoravam na altura, estando estes sujeitos a pequenas variações. O valor é dado em € por metro de fio. Assim sendo, tem-se:

Tabela 38 - Total de fio de cobre + custos associados

Cor e secção	Total necessário (mm)	Custo (€)
Black2.50	42095	$42095/1000*0,35=14,7333$
Black4.00	15537	$15537/1000*0,48=7,4578$
Blue2.50	11470	$11470/1000*0,34=3,8998$
Blue4.00	37876	$37876/1000*0,48=18,1805$
G / Y2.50	11348	$11348/1000*0,29=3,2909$
G / Y4.00	6573	$6573/1000*0,42=2,7607$
Grey2.50	357698	$357698/1000*0,2494=89,2099$
Grey4.00	9780	$9780/1000*0,28=2,7384$
Red2.50	11422	$11422/1000*0,35=3,9977$
Red4.00	37720	$37720/1000*0,47=17,7284$
Yellow2.50	11419	$11419/1000*0,1526=1,7425$
Yellow4.00	45130	$45130/1000*0,72=32,4936$
	598068	198,23

Da Tabela 38, conclui-se que, para um CBT do Tipo 4, são gastos 198,23€ em fio de cobre.

Apêndice 2 – Fio de cobre (Desperdício + Gastos) – Depois das melhorias

No que diz respeito à quantidade de fio de cobre aproveitada, esta não sofre qualquer alteração, mantendo-se os 24890 mm. Por outro lado, relativamente à quantidade de fio desperdiçada esta é agora calculada de maneira diferente. Conforme detalhado no capítulo 5, a melhoria envolve o agrupamento dos fios da mesma cor e secção, permitindo a obtenção da quantidade necessária de cada tipo de fio, a qual é então impressa em conjunto na KOMAX.

Nota: Em cada um dos comprimentos finais é necessário acrescentar uma margem de 100 mm (50 mm em cada uma das extremidades do fio), para que a KOMAX consiga fazer as marcações "Origem-Destino".

Deste modo, obteve-se:

Tabela 39 - Cálculos auxiliares

Cor e secção	Antes (nº de fios a cortar * 600 mm)	Comprimento necessário (mm)	Desperdício inevitável (mm)
Black2.50	13*600=7 800	5260+100=5360	-
Black4.00	11*600=6 600	1970+100=2070	-
Blue2.50	1 (300mm) * 600= 600	-	300
G / Y2.50	3*600=1 800	1260+100=1360	-
G / Y4.00	1 (372mm) * 600 = 600	-	228
Grey2.50	53*600=31 800	13758+100=13858	-
Red2.50	2 * 600= 1200	846+100=946	-
Yellow2.50	2 * 600=1 200 mm	856+100=956	-
Yellow4.00	1 (268 mm) * 600 =600	-	332

Neste contexto, os valores passam a ser os seguintes:

- **Fio aproveitado** = SOMA (coluna Compr.) = **24890 mm**
- **Fio desperdiçado** = 100 × 6 + 300 + 228 + 332 = **1160 mm**
- **Desperdício1** = $\frac{1160}{24890+1160} = 0,0445$ (**4,45 %**)

Após implementação das melhorias, apenas 4,45 % do fio de cobre é desperdiçado, considerando apenas os fios com 600 mm.

Novamente, considerando o total de fio de cobre utilizado num CBT do Tipo 4, tem-se:

- **Desperdício2** = $\frac{1160}{572818} = 0,002$ (**0,2%**)

Na Tabela 40, mostra-se como chegar ao valor 572818 mm e apresentam-se os cálculos para o valor monetário despendido em fio de cobre após as melhorias.

Tabela 40 - Total de fio de cobre + custos associados

Cor e secção	Total necessário (mm)	Custo (€)
Black2.50	34295+5360=39655	39655/1000*0,35=13,8478
Black4.00	8937+2070=11007	11007/1000*0,48=5,2834
Blue2.50	10870+600=11470	11470/1000*0,34=3,8998
Blue4.00	37876	37876/1000*0,48=18,1805
G / Y2.50	9548+1360=10908	10908/1000*0,29=3,1633
G / Y4.00	5973+600=6573	6573/1000*0,42=2,7607
Grey2.50	326498+13858=340356	340356/1000*0,2494=84,8848
Grey4.00	9780	9780/1000*0,28=2,7384
Red2.50	10222+946=11168	11168/1000*0,35=3,9088
Red4.00	37720	37720/1000*0,47=17,7284
Yellow2.50	10219+956=11175	11175/1000*0,1526=1,7053
Yellow4.00	44530+600=45130	45130/1000*0,72=32,4936
	572818	190,59

Da Tabela 40, conclui-se que, para um CBT do Tipo 4, são gastos 190,59€ em fio de cobre, o que representa uma redução de 7,64€ em relação ao valor anterior à implementação das melhorias.

Apêndice 3 – Cálculos Redução Temporal Percentual

Posto de Trabalho 1

$$Diferença = 02:55:52 - 01:58:51 = 00:57:01$$

$$Redução percentual = \frac{00:57:01}{02:55:52} \times 100 = \mathbf{32,42\%}$$

Posto de Trabalho 2

$$Diferença = 04:11:08 - 00:54:08 = 03:17:00$$

$$Redução percentual = \frac{03:17:00}{04:11:08} \times 100 = \mathbf{78,44\%}$$

Posto de Trabalho 3

$$Diferença = 04:00:20 - 01:08:48 = 02:51:32$$

$$Redução percentual = \frac{02:51:32}{04:00:20} \times 100 = \mathbf{71,37\%}$$

Posto de Trabalho 5

$$Diferença = 02:23:46 - 01:41:30 = 00:42:16$$

$$Redução percentual = \frac{00:42:16}{02:23:46} \times 100 = \mathbf{29,40\%}$$

Posto de Trabalho 6

$$Diferença = 02:10:08 - 01:00:33 = 01:09:35$$

$$Redução percentual = \frac{01:09:35}{02:10:08} \times 100 = \mathbf{53,47\%}$$

Apêndice 4 – Tabela Resumo Tempos de Operação Antes e Depois das Melhorias

Tabela 41 - Tempos de operação totais - antes versus depois das melhorias

	PT 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	PT 6	PT 7	PT 8	Nota	Total
Antes	02:55:52	04:11:08	04:00:20	04:33:54	00:47:04	00:07:54	00:34:45	00:12:38	+ 0:49:44*	18:13:19
Depois	01:58:51	00:54:08	01:08:48	01:13:36	01:41:30	01:00:33	01:23:18	01:08:47	-	10:29:31

Da Tabela 41, tem-se:

$$Diferença = 18:13:19 - 10:29:31 = 07:43:48$$

$$Redução percentual = \frac{07:43:48}{18:13:19} \times 100 = \mathbf{42,42\%}$$

* De forma a garantir uma comparação equivalente, foi essencial adicionar os tempos estimados das tarefas que não puderam ser testadas, uma vez que estes não haviam sido considerados anteriormente.

Deste modo, conclui-se que existe uma redução de cerca de 42% no tempo total de operação da linha de produção de cablagens.

Apêndice 5 – Cálculos Poupança Mão-de-Obra

Posto de Trabalho 1

01:00:00	15 €	
02:55:52	x	44 €
01:58:51	y	30 €

$$\text{Poupança mdo} = 44 - 30 = \mathbf{14€}$$

Posto de Trabalho 2

01:00:00	15 €	
04:11:08	x	63 €
00:54:08	y	14 €

$$\text{Poupança mdo} = 63 - 14 = \mathbf{49€}$$

Posto de Trabalho 3

01:00:00	15 €	
04:00:20	x	60 €
01:08:48	y	17 €

$$\text{Poupança mdo} = 60 - 17 = \mathbf{43€}$$

Posto de Trabalho 5

01:00:00	15 €	
02:23:46	x	36€
01:41:30	y	25 €

$$\text{Poupança mdo} = 36 - 25 = \mathbf{11€}$$

Posto de Trabalho 6


01:00:00	15 €	
02:10:08	x	33€
01:00:33	y	15 €

$$\text{Poupança mdo} = 33 - 15 = \mathbf{18€}$$

$$\text{Poupança mdo total} = 14 + 49 + 43 + 11 + 18 = \mathbf{135 €}$$




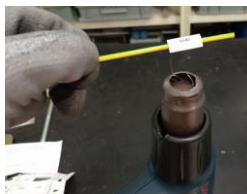



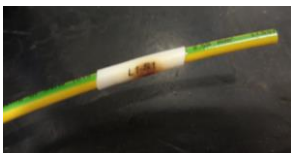
Assim, com a implementação das diversas melhorias nos diferentes PT, é possível economizar 135 € em mão-de-obra, por cada unidade de CBT.

Apêndice 6 – OPL (Modo de utilização da pistola de ar quente)

	OPL – Modo de utilização da pistola de ar quente	UN AMT
---	---	---------------

Objetivo: Normalizar e estabelecer regras de utilização da pistola de ar quente, utilizada na linha de produção de cablagens. **Nota: é obrigatório o uso de luvas de proteção!**

Aplicável aos postos de trabalho 2, 3 e 4 da linha de produção de cablagens.

			
<p>Uma vez colocado o marcador termo retrátil no fio condutor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ligar pistola de ar quente a 250 °C; 2. Apontar a pistola na direção do marcador termo retrátil, apenas para o lado que não tem texto; 3. Manter a pistola a cerca de 5 cm de distância do marcador termo retrátil; 4. Deixar durante cerca de 5 segundos. 	<p>Uma vez colocado o marcador termo retrátil no fio condutor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ligar pistola de ar quente a 500 °C; 2. Apontar a pistola na direção do marcador termo retrátil, para o lado que tem texto; 3. Manter a pistola a menos de 5 cm de distância do marcador termo retrátil; 4. Deixar mais do que 5 segundos. 		
			
			

Anexo 1 – Lista Cablagens CBT014

Tabela 42 - Cablagens (Feixes 1-2)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
1	1	Red	2.50	RCB_X4:401:a	130112315	X4:401/X42:401	RCB	X42:401:a	130112315	X42:401/X4:401	F1-dir		
1	2	Yellow	4.00	RCB_X3:301:a	130112069	X3:301/X31:351	RCB	X31:351:b	130112069	X31:351/X3:301	C2-esq		
1	3	Yellow	4.00	RCB_X3:302:a	130112069	X3:302/X31:352	RCB	X31:352:b	130112069	X31:352/X3:302	C2-esq		
1	4	Yellow	2.50	RCB_X4:402:a	130112315	X4:402/X42:403	RCB	X42:403:a	130112315	X42:403/X4:402	F1-dir		
1	5	Blue	2.50	RCB_X4:403:a	130112315	X4:403/X42:405	RCB	X42:405:a	130112315	X42:405/X4:403	F1-dir		
1	6	Black	2.50	RCB_X4:404:a	130112315	X4:404/X42:407	RCB	X42:407:a	130112315	X42:407/X4:404	F1-dir		
1	7	Black	2.50	RCB_X0.ac:1:a	130112315	X0.ac:1/X0.ac:1	RCB	X0.ac:1:b	130112315	X0.ac:1/X0.ac:1	PE1-esq		H (!)
1	8	Black	2.50	RCB_X0.ac:2:a	130112315	X0.ac:2/X0.ac:3	RCB	X0.ac:3:b	130112315	X0.ac:3/X0.ac:2	PE1-esq		H (!)
1	9	Grey	4.00	RCB_X0.dc:1:a	130112069	X0.dc:1/X0.dc:1	RCB	X0.dc:1:b	130112069	X0.dc:1/X0.dc:1	PE1-esq		
1	10	Grey	4.00	RCB_X0.dc:2:a	130112069	X0.dc:2/X0.dc:3	RCB	X0.dc:3:b	130112069	X0.dc:3/X0.dc:2	PE1-esq		
1	11	Grey	2.50	RCB_X1:1:a	130112315	X1:1/X1:1	RCB	X1:1:a	130112315	X1:1/X1:1	F1-dir		
1	12	Grey	2.50	RCB_X1:2:a	130112315	X1:2/X1:2	RCB	X1:2:a	130112315	X1:2/X1:2	F1-dir		
1	13	Grey	2.50	RCB_X1:3:a	130112315	X1:3/X1:3	RCB	X1:3:a	130112315	X1:3/X1:3	F1-dir		
1	14	Grey	2.50	RCB_X1:4:a	130112315	X1:4/X1:4	RCB	X1:4:a	130112315	X1:4/X1:4	F1-dir		
1	15	Grey	2.50	RCB_X1:5:a	130112315	X1:5/X1:5	RCB	X1:5:a	130112315	X1:5/X1:5	F1-dir		
1	16	Grey	2.50	RCB_X1:6:a	130112315	X1:6/X1:6	RCB	X1:6:a	130112315	X1:6/X1:6	F1-dir		
1	17	Grey	2.50	RCB_X1:7:a	130112315	X1:7/X1:7	RCB	X1:7:a	130112315	X1:7/X1:7	F1-dir		
2	1	Grey	2.50	RCB_X1:8:a	130112315	X1:8/X1:8	RCB	X1:8:a	130112315	X1:8/X1:8	F1-dir		
2	2	Grey	2.50	RCB_X1:9:a	130112315	X1:9/X1:9	RCB	X1:9:a	130112315	X1:9/X1:9	F1-dir		
2	3	Grey	2.50	RCB_X1:10:a	130112315	X1:10/X1:10	RCB	X1:10:a	130112315	X1:10/X1:10	F1-dir		
2	4	Grey	2.50	RCB_X1:11:a	130112315	X1:11/X1:11	RCB	X1:11:a	130112315	X1:11/X1:11	F1-dir		
2	5	Grey	2.50	RCB_X1:12:a	130112315	X1:12/XBT.dc:7	RCB	XBT.dc:7:b	130112315	XBT.dc:7/X1:12	C2-esq		
2	6	Grey	2.50	RCB_X1:13:a	130112315	X1:13/X1:13	RCB	X1:13:a	130112315	X1:13/X1:13	F1-dir		
2	7	Grey	2.50	RCB_X1:14:a	130112315	X1:14/XBT:2	RCB	XBT:2:b	130112315	XBT:2/X1:14	C1-esq		Trip
2	8	Grey	2.50	RCB_X1:15:a	130112315	X1:15/X1:15	RCB	X1:15:a	130112315	X1:15/X1:15	F1-dir		
2	9	Grey	2.50	RCB_X1:16:a	130112315	X1:16/X1:16	RCB	X1:16:a	130112315	X1:16/X1:16	F1-dir		
2	10	Grey	2.50	RCB_X1:17:a	130112315	X1:17/XBT.dc:24	RCB	XBT.dc:24:b	130112315	XBT.dc:24/X1:17	C2-esq		
2	11	Grey	2.50	RCB_X1:21:a	130112315	X1:21/X1:21	RCB	X1:21:a	130112315	X1:21/X1:21	F1-dir		
2	12	Grey	2.50	RCB_X1:25:a	130112315	X1:25/X1:25	RCB	X1:25:a	130112315	X1:25/X1:25	F1-dir		
2	13	Grey	2.50	RCB_X1:26:a	130112315	X1:26/X1:26	RCB	X1:26:a	130112315	X1:26/X1:26	F1-dir		
2	14	Grey	2.50	RCB_X1:27:a	130112315	X1:27/X1:27	RCB	X1:27:a	130112315	X1:27/X1:27	F1-dir		
2	15	Grey	2.50	RCB_X1:28:a	130112315	X1:28/X1:28	RCB	X1:28:a	130112315	X1:28/X1:28	F1-dir		
2	16	Grey	2.50	RCB_X1:29:a	130112315	X1:29/X1:29	RCB	X1:29:a	130112315	X1:29/X1:29	F1-dir		
2	17	Grey	2.50	RCB_X1:30:a	130112315	X1:30/X1:30	RCB	X1:30:a	130112315	X1:30/X1:30	F1-dir		

Tabela 43 - Cablagens (Feixes 3-4)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
3	1	Grey	2.50	RCB_X1:31:a	130112315	X1:31/X1:31	RCB	X1:31:a	130112315	X1:31/X1:31	F1-dir		
3	2	Grey	2.50	RCB_X1:32:a	130112315	X1:32/X1:32	RCB	X1:32:a	130112315	X1:32/X1:32	F1-dir		
3	3	Grey	2.50	RCB_X1:33:a	130112315	X1:33/X1:33	RCB	X1:33:a	130112315	X1:33/X1:33	F1-dir		
3	4	Grey	2.50	RCB_X1:34:a	130112315	X1:34/X1:34	RCB	X1:34:a	130112315	X1:34/X1:34	F1-dir		
3	5	Grey	2.50	RCB_X1:36:a	130112315	X1:36/X1:36	RCB	X1:36:a	130112315	X1:36/X1:36	F1-dir		
3	6	Grey	2.50	RCB_X1:39:a	130112315	X1:39/X1:39	RCB	X1:39:a	130112315	X1:39/X1:39	F1-dir		
3	7	Grey	2.50	RCB_X1:40:a	130112315	X1:40/X1:40	RCB	X1:40:a	130112315	X1:40/X1:40	F1-dir		
3	8	Grey	2.50	RCB_X1:41:a	130112315	X1:41/X1:41	RCB	X1:41:a	130112315	X1:41/X1:41	F1-dir		
3	9	Grey	2.50	RCB_X1:42:a	130112315	X1:42/X1:42	RCB	X1:42:a	130112315	X1:42/X1:42	F1-dir		
3	10	Grey	2.50	RCB_X1:43:a	130112315	X1:43/X1:43	RCB	X1:43:a	130112315	X1:43/X1:43	F1-dir		
3	11	Grey	2.50	RCB_X1:44:a	130112315	X1:44/X1:44	RCB	X1:44:a	130112315	X1:44/X1:44	F1-dir		
3	12	Grey	2.50	RCB_X1:45:a	130112315	X1:45/X1:45	RCB	X1:45:a	130112315	X1:45/X1:45	F1-dir		
3	13	Grey	2.50	RCB_X1:47:a	130112315	X1:47/X1:47	RCB	X1:47:a	130112315	X1:47/X1:47	F1-dir		
3	14	Grey	2.50	RCB_X1:48:a	130112315	X1:48/X1:48	RCB	X1:48:a	130112315	X1:48/X1:48	F1-dir		
3	15	Grey	2.50	RCB_X1:49:a	130112315	X1:49/X1:49	RCB	X1:49:a	130112315	X1:49/X1:49	F1-dir		
3	16	Grey	2.50	RCB_X1:50:a	130112315	X1:50/X1:50	RCB	X1:50:a	130112315	X1:50/X1:50	F1-dir		
4	1	G / Y	2.50	Fd:GND	944A0002	Fd:GND/XBT.ac:34	Fd	XBT.ac:34:b	130112315	XBT.ac:34/Fd:GND	F1-esq	580	
4	2	Black	2.50	Fd:6	130103242	Fd:6/K71:16	Fd	K71:16	130112315	K71:16/Fd:6	C2-esq		H (!)
4	3	Black	2.50	Fd:7	130103242	Fd:7/Q202:2	Fd	Q202:2	130112315	Q202:2/Fd:7	PE2-esq		H (!)
4	4	Black	2.50	Fd:71	130103242	Fd:71/XBT.ac:17	Fd	XBT.ac:17:b	130112315	XBT.ac:17/Fd:71	PE1-esq		H (!)
4	5	Black	2.50	Fd:72	130103242	Fd:72/XBT.ac:8	Fd	XBT.ac:8:a	130112315	XBT.ac:8/Fd:72	PE1-dir		H (!)
4	6	Grey	2.50	Fd:1	130103242	Fd:1/XBT.dc:7	Fd	XBT.dc:7:a	130112315	XBT.dc:7/Fd:1	C2-dir		
4	7	Grey	2.50	Fd:2	130103242	Fd:2/XBT:8	Fd	XBT:8:b	130112315	XBT:8/Fd:2	C1-esq		
4	8	Grey	2.50	Fd:4	130103242	Fd:4/X1:23	Fd	X1:23:b	130112315	X1:23/Fd:4	F1-esq		
4	9	Grey	2.50	Fd:8	130103242	Fd:8/XBT.dc:22	Fd	XBT.dc:22:b	130112315	XBT.dc:22/Fd:8	C2-esq		
4	10	Grey	2.50	Fd:9	130103242	Fd:9/F102:25	Fd	F102:25	944A0002	F102:25/Fd:9	P07		
4	11	Grey	2.50	Fd:14	130103242	Fd:14/X1:24	Fd	X1:24:b	130112315	X1:24/Fd:14	F1-esq		
4	12	Grey	2.50	Fd:15	130103242	Fd:15/X1:30	Fd	X1:30:b	130112315	X1:30/Fd:15	F1-esq		
4	13	Grey	2.50	Fd:18	130103242	Fd:18/S202:2	Fd	S202:2	130112315	S202:2/Fd:18	P04		
4	14	Grey	2.50	Fd:19	130103242	Fd:19/K71:A1	Fd	K71:A1	130112315	K71:A1/Fd:19	C2-esq		
4	15	Grey	2.50	Fd:21	130103242	Fd:21/XBT.dc:10	Fd	XBT.dc:10:b	130112315	XBT.dc:10/Fd:21	C2-esq		
4	16	Grey	2.50	Fd:22	130103242	Fd:22/X1:29	Fd	X1:29:b	130112315	X1:29/Fd:22	F1-esq		
4	17	Grey	2.50	Fd:23	130103242	Fd:23/XBT.dc:32	Fd	XBT.dc:32:b	130112315	XBT.dc:32/Fd:23	C2-esq		
4	18	Grey	2.50	Fd:24	130103242	Fd:24/XBT.dc:33	Fd	XBT.dc:33:b	130112315	XBT.dc:33/Fd:24	C2-esq		
4	19	Grey	2.50	Fd:25	130103242	Fd:25/Fd:63	Fd	Fd:63	130103242	Fd:63/Fd:25	Fd	127	
4	20	Grey	2.50	Fd:26	130103242	Fd:26/XBT.dc:12	Fd	XBT.dc:12:a	130112315	XBT.dc:12/Fd:26	C2-dir		
4	21	Grey	2.50	Fd:27	130103242	Fd:27/H103:x1	Fd	H103:x1	130112315	H103:x1/Fd:27	P04		
4	22	Grey	2.50	Fd:28	130103242	Fd:28/XBT.dc:12	Fd	XBT.dc:12:b	130112315	XBT.dc:12/Fd:28	C2-esq		
4	23	Grey	2.50	Fd:29	130103242	Fd:29/H102:x1	Fd	H102:x1	130112315	H102:x1/Fd:29	P04		

Tabela 44 - Cablagens (Feixes 5-6)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
5	1	Black	2.50	Fp:9	130103242	Fp:9/XBT.ac:16	Fp	XBT.ac:16:b	130112315	XBT.ac:16/Fp:9	PE1-esq		H (!)
5	2	Black	2.50	Fp:10	130103242	Fp:10/XBT.ac:8	Fp	XBT.ac:8:b	130112315	XBT.ac:8/Fp:10	PE1-esq		H (!)
5	3	Black	2.50	Fp:17	130103242	Fp:17/B101:8	Fp	B101:8	130112315	B101:8/Fp:17	C1-dir		H (!)
5	4	Black	2.50	Fp:18	130103242	Fp:18/XBT.ac:9	Fp	XBT.ac:9:b	130112315	XBT.ac:9/Fp:18	PE1-esq		H (!)
5	5	Grey	2.50	Fp:1	130103242	Fp:1/X1:22	Fp	X1:22:b	130112315	X1:22/Fp:1	F1-esq		
5	6	Grey	2.50	Fp:2	130103242	Fp:2/X1:27	Fp	X1:27:b	130112315	X1:27/Fp:2	F1-esq		
5	7	Grey	2.50	Fp:3	130103242	Fp:3/XBT.dc:21	Fp	XBT.dc:21:a	130112315	XBT.dc:21/Fp:3	C2-dir		
5	8	Grey	2.50	Fp:4	130103242	Fp:4/F102:21	Fp	F102:21	944A0002	F102:21/Fp:4	P07		
5	9	Grey	2.50	Fp:5	130103242	Fp:5/H400:2	Fp	H400:2	130112315	H400:2/Fp:5	P03		
5	10	Grey	2.50	Fp:6	130103242	Fp:6/Fp:15	Fp	Fp:15	130103242	Fp:15/Fp:6	Fp	440	
5	11	Grey	2.50	Fp:7	130103242	Fp:7/X1:23	Fp	X1:23:a	130112315	X1:23/Fp:7	F1-dir		
5	12	Grey	2.50	Fp:8	130103242	Fp:8/X1:28	Fp	X1:28:b	130112315	X1:28/Fp:8	F1-esq		
5	13	Grey	2.50	Fp:11	130103242	Fp:11/X1:21	Fp	X1:21:b	130112315	X1:21/Fp:11	F1-esq		
5	14	Grey	2.50	Fp:12	130103242	Fp:12/X1:25	Fp	X1:25:b	130112315	X1:25/Fp:12	F1-esq		
5	15	Grey	2.50	Fp:13	130103242	Fp:13/X1:22	Fp	X1:22:a	130112315	X1:22/Fp:13	F1-dir		
5	16	Grey	2.50	Fp:14	130103242	Fp:14/X1:26	Fp	X1:26:b	130112315	X1:26/Fp:14	F1-esq		
5	17	Grey	2.50	Fp:16	130103242	Fp:16/XBT.dc:17	Fp	XBT.dc:17:b	130112315	XBT.dc:17/Fp:16	C2-esq		
6	1	Red	2.50	Ft:1	130103242	Ft:1/X41:401	Ft	X41:401:b	130112315	X41:401/Ft:1	F1-esq	546	E12
6	2	Yellow	2.50	Ft:2	130103242	Ft:2/X41:402	Ft	X41:402:b	130112315	X41:402/Ft:2	F1-esq	556	E32
6	3	Blue	2.50	Ft:3	130103242	Ft:3/X41:403	Ft	X41:403:b	130112315	X41:403/Ft:3	F1-esq		E52
6	4	Black	2.50	Ft:4	130103242	Ft:4/X41:404	Ft	X41:404:b	130112315	X41:404/Ft:4	F1-esq		E71
6	5	Grey	2.50	F102:17	944A0002	F102:17/Q402:22	P07	Q402:22	130112468	Q402:22/F102:17	PE2-esq		*3
6	6	Grey	2.50	Ft:5	130103242	Ft:5/XBT.dc:13	Ft	XBT.dc:13:b	130112315	XBT.dc:13/Ft:5	C2-esq		
6	7	Grey	2.50	Ft:6	130103242	Ft:6/H104:x1	Ft	H104:x1	130112315	H104:x1/Ft:6	P04		
6	8	Grey	2.50	Ft:7	130103242	Ft:7/Q402:11	Ft	Q402:11	130112468	Q402:11/Ft:7	PE2-dir		*1
6	9	Grey	2.50	Ft:8	130103242	Ft:8/Q402:12	Ft	Q402:12	130112468	Q402:12/Ft:8	PE2-esq	587	*1
6	10	Grey	2.50	Ft:9	130103242	Ft:9/Q402:21	Ft	Q402:21	Meio descarnado	Q402:21/Ft:9	PE2-dir		*2
6	11	Grey	2.50	Ft:10	130103242	Ft:10/Q402:22	Ft	Q402:22	Meio descarnado	Q402:22/Ft:10	PE2-esq		*3
6	12	Grey	2.50	Ft:15	130103242	Ft:15/XBT.dc:11	Ft	XBT.dc:11:b	130112315	XBT.dc:11/Ft:15	C2-esq		
6	13	Grey	2.50	Ft:16	130103242	Ft:16/H101:x1	Ft	H101:x1	130112315	H101:x1/Ft:16	P04		
6	14	Grey	2.50	Q201:11	130112468	Q201:11/Q202:11	PE2-dir	Q202:11	130112468	Q202:11/Q201:11	PE2-dir	150	*1
6	15	Grey	2.50	Q201:11	Meio descarnado	Q201:11/X1:37	PE2-dir	X1:37:a	130112315	X1:37/Q201:11	F1-dir		*1
6	16	Grey	2.50	Q202:11	130112468	Q202:11/Q401:11	PE2-dir	Q401:11	Meio descarnado	Q401:11/Q202:11	PE2-dir	250	*1
6	17	Grey	2.50	Q206:4	9441452	Q206:4/Q402:21	C1-esq	Q402:21	130112468	Q402:21/Q206:4	PE2-dir		*2
6	18	Grey	2.50	Q206:4	Meio descarnado	Q206:4/XBT.dc:21	C1-esq	XBT.dc:21:b	130112315	XBT.dc:21/Q206:4	C2-esq		*2
6	19	Grey	2.50	Q401:11	130112468	Q401:11/Q402:11	PE2-dir	Q402:11	Meio descarnado	Q402:11/Q401:11	PE2-dir	300	*1
6	20	Grey	2.50	Q401:12	130112468	Q401:12/Q402:12	PE2-esq	Q402:12	Meio descarnado	Q402:12/Q401:12	PE2-esq	300	*1
6	21	Grey	2.50	Q401:12	Meio descarnado	Q401:12/X1:48	PE2-esq	X1:48:b	130112315	X1:48/Q401:12	F1-esq		*1

Tabela 45 - Cablagens (Feixes 7-9)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
7	1	Red	4.00	P301:1	9442862	P301:1/X31:331	P01	X31:331:a	130112069	X31:331/P301:1	C2-dir		
7	2	Yellow	4.00	P302:1	9442862	P302:1/X31:352	P01	X31:352:a	130112069	X31:352/P302:1	C2-dir		
7	3	Blue	4.00	P303:1	9442862	P303:1/X31:335	P01	X31:335:a	130112069	X31:335/P303:1	C2-dir		
7	4	Black	4.00	P301:2	9442862	P301:2/P302:2	P01	P302:2	9442862	P302:2/P301:2	P01	311	
7	5	Black	4.00	P302:2	9442862	P302:2/P303:2	P01	P303:2	9442862	P303:2/P302:2	P01	309	
7	6	Black	4.00	P303:2	9442862	P303:2/X31:338	P01	X31:338:a	9441452	X31:338/P303:2	C2-dir		*
7	7	Black	4.00	X31:332:a	130112069	X31:332/X31:338	C2-dir	X31:338:a	Meio descarnado	X31:338/X31:332	C2-dir	150	*
7	8	Black	2.50	P401:1	944A0002	P401:1/S401:1	P01	S401:1	944A0001	S401:1/P401:1	P03		
7	9	Black	2.50	P401:2	944A0002	P401:2/S401:7	P01	S401:7	944A0001	S401:7/P401:2	P03		
8	1	Grey	2.50	S901:1	944A0001	S901:1/Q203:4	P02	Q203:4	130112315	Q203:4/S901:1	C1-esq		
8	2	Grey	2.50	S901:2	944A0001	S901:2/S902:4	P02	S902:4	944A0001	S902:4/S901:2	P02	191	
8	3	Grey	2.50	S901:2	944A0001	S901:2/S903:2	P02	S903:2	944A0001	S903:2/S901:2	P03	386	
8	4	Grey	2.50	S901:4	944A0001	S901:4/X1:11	P02	X1:11:b	130112315	X1:11/S901:4	F1-esq		
8	5	Grey	2.50	S901:5	944A0001	S901:5/XBT.dc:1	P02	XBT.dc:1:a	130112315	XBT.dc:1/S901:5	C2-dir		
8	6	Grey	2.50	S901:6	944A0001	S901:6/S902:6	P02	S902:6	944A0001	S902:6/S901:6	P02	147	
8	7	Grey	2.50	S901:8	944A0001	S901:8/X1:13	P02	X1:13:b	130112315	X1:13/S901:8	F1-esq		
8	8	Grey	2.50	S901:9	944A0001	S901:9/S902:9	P02	S902:9	944A0001	S902:9/S901:9	P02	171	
8	9	Grey	2.50	S901:9	944A0001	S901:9/X1:24	P02	X1:24:a	130112315	X1:24/S901:9	F1-dir		
8	10	Grey	2.50	S901:10	944A0001	S901:10/X1:31	P02	X1:31:b	130112315	X1:31/S901:10	F1-esq		
8	11	Grey	2.50	S901:12	944A0001	S901:12/X1:32	P02	X1:32:b	130112315	X1:32/S901:12	F1-esq		
8	12	Grey	2.50	S902:1	944A0001	S902:1/XBT.dc:6	P02	XBT.dc:6:a	130112315	XBT.dc:6/S902:1	C2-dir		
8	13	Grey	2.50	S902:5	944A0001	S902:5/XBT:1	P02	XBT:1:b	130112315	XBT:1/S902:5	C1-esq		Trip
8	14	Grey	2.50	S902:10	944A0001	S902:10/X1:33	P02	X1:33:b	130112315	X1:33/S902:10	F1-esq		
8	15	Grey	2.50	S902:12	944A0001	S902:12/X1:34	P02	X1:34:b	130112315	X1:34/S902:12	F1-esq		
9	1	Red	2.50	S401:2	944A0001	S401:2/X42:402	P03	X42:402:b	130112315	X42:402/S401:2	F1-esq		
9	2	Yellow	2.50	S401:6	944A0001	S401:6/X42:404	P03	X42:404:b	130112315	X42:404/S401:6	F1-esq		
9	3	Blue	2.50	S401:8	944A0001	S401:8/X42:406	P03	X42:406:b	130112315	X42:406/S401:8	F1-esq		
9	4	G / Y	2.50	H400:GND	944A0003	H400:GND/XBT.ac:34	P03	XBT.ac:34:a	130112315	XBT.ac:34/H400:GND	F1-dir		
9	5	Grey	2.50	H400:1	9441452	H400:1/H400:10	P03	H400:10	130112315	H400:10/H400:1	P03	345	*1
9	6	Grey	2.50	H400:1	Meio descarnado	H400:1/XBT.dc:14	P03	XBT.dc:14:a	130112315	XBT.dc:14/H400:1	C2-dir		*1
9	7	Grey	2.50	H400:4	9441452	H400:4/F102:13	P03	F102:13	944A0002	F102:13/H400:4	P07		*2
9	8	Grey	2.50	H400:4	Meio descarnado	H400:4/F103:F4	P03	F103:F4	944A0002	F103:F4/H400:4	P05		*2
9	9	Grey	2.50	H400:5	130112315	H400:5/X1:42	P03	X1:42:b	130112315	X1:42/H400:5	F1-esq		
9	10	Grey	2.50	H400:11	130112315	H400:11/XBT.dc:17	P03	XBT.dc:17:a	130112315	XBT.dc:17/H400:11	C2-dir		
9	11	Grey	2.50	K51:15	130112315	K51:15/K51:A1	C2-esq	K51:A1	Meio descarnado	K51:A1/K51:15	C2-dir		*3
9	12	Grey	2.50	S201:4E	130112315	S201:4E/S202:x1	P03	S202:x1	130112315	S202:x1/S201:4E	P04	243	
9	13	Grey	2.50	S903:1	944A0001	S903:1/K51:B1	P03	K51:B1	130112315	K51:B1/S903:1	C2-dir		
9	14	Grey	2.50	S903:2	944A0001	S903:2/K51:A1	P03	K51:A1	9441452	K51:A1/S903:2	C2-dir		*3

Tabela 46 - Cablagens (Feixes 10-11)

Feixe	Número	Cor	Seção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
10	1	Grey	2.50	H101:x1	130112315	H101:x1/S201:4A	P04	S201:4A	130112315	S201:4A/H101:x1	P04	320	
10	2	Grey	2.50	H101:x2	130112315	H101:x2/H102:x2	P04	H102:x2	130112315	H102:x2/H101:x2	P04	250	
10	3	Grey	2.50	H101:x2	130112315	H101:x2/S202:x2	P04	S202:x2	130112315	S202:x2/H101:x2	P04	390	
10	4	Grey	2.50	H102:x1	130112315	H102:x1/S201:4B	P04	S201:4B	130112315	S201:4B/H102:x1	P04	390	
10	5	Grey	2.50	H102:x2	130112315	H102:x2/H103:x2	P04	H103:x2	130112315	H103:x2/H102:x2	P04	250	
10	6	Grey	2.50	H103:x1	130112315	H103:x1/S201:4C	P04	S201:4C	130112315	S201:4C/H103:x1	P04	390	
10	7	Grey	2.50	H103:x2	130112315	H103:x2/H104:x2	P04	H104:x2	130112315	H104:x2/H103:x2	P04	460	
10	8	Grey	2.50	H104:x1	130112315	H104:x1/S201:4D	P04	S201:4D	130112315	S201:4D/H104:x1	P04	510	
10	9	Grey	2.50	Q205:4	Meio descarnado	Q205:4/XBT.dc:11	C1-esq	XBT.dc:11:a	130112315	XBT.dc:11/Q205:4	C2-dir	255	*
10	10	Grey	2.50	S201:3C	130112315	S201:3C/XBT.dc:13	P04	XBT.dc:13:a	130112315	XBT.dc:13/S201:3C	C2-dir		
10	11	Grey	2.50	S202:1	130112315	S202:1/Q205:4	P04	Q205:4	9441452	Q205:4/S202:1	C1-esq		*
10	12	Grey	2.50	S202:2	130112315	S202:2/K71:25	P04	K71:25	130112315	K71:25/S202:2	C2-dir		
10	13	Grey	2.50	S202:x1	130112315	S202:x1/K71:28	P04	K71:28	130112315	K71:28/S202:x1	C2-dir		
10	14	Grey	2.50	S202:x2	130112315	S202:x2/XBT.dc:16	P04	XBT.dc:16:a	130112315	XBT.dc:16/S202:x2	C2-dir		
11	1	Red	4.00	F103:Q1	9442862	F103:Q1/X102:22	P05	X102:22	9442862	X102:22/F103:Q1	P08		
11	2	Yellow	4.00	F103:Q3	9442862	F103:Q3/X102:24	P05	X102:24	9442862	X102:24/F103:Q3	P08		
11	3	Blue	4.00	F103:Q5	9442862	F103:Q5/X102:26	P05	X102:26	9442862	X102:26/F103:Q5	P08		
11	4	Black	4.00	F103:Q7	9442862	F103:Q7/X102:28	P05	X102:28	9442862	X102:28/F103:Q7	P08		
11	5	G / Y	2.50	F103:GND	944A0002	F103:GND/F102:GND	P05	F102:GND	944A0002	F102:GND/F103:GND	P07		
11	6	Grey	2.50	F103:F1	944A0002	F103:F1/X102:14	P05	X102:14	944A0002	X102:14/F103:F1	P08		
11	7	Grey	2.50	F103:F2	944A0002	F103:F2/X102:16	P05	X102:16	944A0002	X102:16/F103:F2	P08		
11	8	Grey	2.50	F103:F3	944A0002	F103:F3/X1:43	P05	X1:43:b	130112315	X1:43/F103:F3	F1-esq		
11	9	Grey	2.50	F103:F4	944A0002	F103:F4/F103:R5	P05	F103:R5	944A0002	F103:R5/F103:F4	P05		
11	10	Grey	2.50	F103:F5	944A0002	F103:F5/F102:35	P05	F102:35	944A0002	F102:35/F103:F5	P06		
11	11	Grey	2.50	F103:F6	944A0002	F103:F6/F103.CPW:c	P05	F103.CPW:c	130112315	F103.CPW:c/F103:F6	T1		
11	12	Grey	2.50	F103:F7	944A0002	F103:F7/X102:6	P05	X102:6	944A0002	X102:6/F103:F7	P08		
11	13	Grey	2.50	F103:F8	944A0002	F103:F8/X1:15	P05	X1:15:b	130112315	X1:15/F103:F8	F1-esq		
11	14	Grey	2.50	F103:F9	944A0002	F103:F9/X1:16	P05	X1:16:b	130112315	X1:16/F103:F9	F1-esq		
11	15	Grey	2.50	F103:F10	944A0002	F103:F10/F103:R10	P05	F103:R10	944A0002	F103:R10/F103:F10	P05		
11	16	Grey	2.50	F103:F10	944A0002	F103:F10/X102:15	P05	X102:15	944A0002	X102:15/F103:F10	P08		
11	17	Grey	2.50	F103:R1	944A0002	F103:R1/X102:20	P05	X102:20	944A0002	X102:20/F103:R1	P08		Trip
11	18	Grey	2.50	F103:R2	944A0002	F103:R2/X102:4	P05	X102:4	944A0002	X102:4/F103:R2	P08		Trip
11	19	Grey	2.50	F103:R3	944A0002	F103:R3/X102:18	P05	X102:18	944A0002	X102:18/F103:R3	P08		Trip
11	20	Grey	2.50	F103:R4	944A0002	F103:R4/X102:2	P05	X102:2	944A0002	X102:2/F103:R4	P08		
11	21	Grey	2.50	F103:R5	944A0002	F103:R5/F103:R7	P05	F103:R7	944A0002	F103:R7/F103:R5	P05	150	
11	22	Grey	2.50	F103:R6	944A0002	F103:R6/X1:44	P05	X1:44:b	130112315	X1:44/F103:R6	F1-esq		
11	23	Grey	2.50	F103:R8	944A0002	F103:R8/X1:45	P05	X1:45:b	130112315	X1:45/F103:R8	F1-esq		
11	24	Grey	2.50	F103:R9	944A0002	F103:R9/X0:3	P05	X0:3:b	130112315	X0:3/F103:R9	PE1-esq		
11	25	Grey	2.50	F103:R10	944A0002	F103:R10/F103:R12	P05	F103:R12	944A0002	F103:R12/F103:R10	P05	150	
11	26	Grey	2.50	F103:R11	944A0002	F103:R11/X0:4	P05	X0:4:b	130112315	X0:4/F103:R11	PE1-esq		

Tabela 47 - Cablagens (Feixes 12-13)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
12	1	Red	4.00	F102:41	9442862	F102:41/X101:22	P06	X101:22	9442862	X101:22/F102:41	P10		
12	2	Yellow	4.00	F102:43	9442862	F102:43/X101:24	P06	X101:24	9442862	X101:24/F102:43	P10		
12	3	Blue	4.00	F102:45	9442862	F102:45/X101:26	P06	X101:26	9442862	X101:26/F102:45	P10		
12	4	Black	4.00	F102:42	9442862	F102:42/F102:44	P06	F102:44	9442862	F102:44/F102:42	P06	150	
12	5	Black	4.00	F102:44	9442862	F102:44/F102:46	P06	F102:46	9442862	F102:46/F102:44	P06	150	
12	6	Black	4.00	F102:46	9442862	F102:46/F102:48	P06	F102:48	9442862	F102:48/F102:46	P06	150	
12	7	Black	4.00	F102:47	9442862	F102:47/X101:28	P06	X101:28	9442862	X101:28/F102:47	P10		
12	8	Grey	2.50	F102:33	944A0002	F102:33/X101:14	P06	X101:14	944A0002	X101:14/F102:33	P10		
12	9	Grey	2.50	F102:34	944A0002	F102:34/X101:16	P06	X101:16	944A0002	X101:16/F102:34	P10		
12	10	Grey	2.50	F102:36	944A0002	F102:36/X101:13	P06	X101:13	944A0002	X101:13/F102:36	P10		
13	1	G / Y	2.50	F102:29	944A0002	F102:29/F102:GND	P07	F102:GND	944A0002	F102:GND/F102:29	P08	450	
13	2	G / Y	2.50	F102:GND	944A0002	F102:GND/X101:GND	P07	X101:GND	944A0002	X101:GND/F102:GND	P10		
13	3	Grey	2.50	F102:1	944A0002	F102:1/X1:50	P07	X1:50:b	130112315	X1:50/F102:1	F1-esq		
13	4	Grey	2.50	F102:11	944A0002	F102:11/X1:40	P07	X1:40:b	130112315	X1:40/F102:11	F1-esq		
13	5	Grey	2.50	F102:12	944A0002	F102:12/X101:4	P07	X101:4	944A0002	X101:4/F102:12	P10		Trip
13	6	Grey	2.50	F102:14	944A0002	F102:14/X101:18	P07	X101:18	944A0002	X101:18/F102:14	P10		Trip
13	7	Grey	2.50	F102:15	944A0002	F102:15/X1:41	P07	X1:41:b	130112315	X1:41/F102:15	F1-esq		
13	8	Grey	2.50	F102:16	944A0002	F102:16/F102:20	P07	F102:20	944A0002	F102:20/F102:16	P07	150	
13	9	Grey	2.50	F102:18	944A0002	F102:18/X101:20	P07	X101:20	944A0002	X101:20/F102:18	P10		Trip
13	10	Grey	2.50	F102:19	944A0002	F102:19/F102:23	P07	F102:23	944A0002	F102:23/F102:19	P07	150	
13	11	Grey	2.50	F102:22	944A0002	F102:22/R102	P07	R102:2	130112276	R102/F102:22	T1		
13	12	Grey	2.50	F102:23	944A0002	F102:23/F102:27	P07	F102:27	944A0002	F102:27/F102:23	P07	150	
13	13	Grey	2.50	F102:24	944A0002	F102:24/XBT.dc:5	P07	XBT.dc:5:a	130112315	XBT.dc:5/F102:24	C2-dir		Trip
13	14	Grey	2.50	F102:26	944A0002	F102:26/XBT.dc:8	P07	XBT.dc:8:a	130112315	XBT.dc:8/F102:26	C2-dir		
13	15	Grey	2.50	F102:27	944A0002	F102:27/X101:15	P07	X101:15	944A0002	X101:15/F102:27	P10		
13	16	Grey	2.50	F102:28	944A0002	F102:28/XBT.dc:10	P07	XBT.dc:10:a	130112315	XBT.dc:10/F102:28	C2-dir		
13	17	Grey	2.50	F102:3	944A0002	F102:3/F102:7	P07	F102:7	944A0002	F102:7/F102:3	P07	150	
13	18	Grey	2.50	F102:3	944A0002	F102:3/X1:36	P07	X1:36:b	130112315	X1:36/F102:3	F1-esq		
13	19	Grey	2.50	F102:5	944A0002	F102:5/X1:39	P07	X1:39:b	130112315	X1:39/F102:5	F1-esq		
13	20	Grey	2.50	F102:7	944A0002	F102:7/F102:9	P07	F102:9	944A0002	F102:9/F102:7	P07	150	
13	21	Grey	2.50	F102:8	944A0002	F102:8/F102:20	P07	F102:20	944A0002	F102:20/F102:8	P07		
13	22	Grey	2.50	F102:8	944A0002	F102:8/X101:2	P07	X101:2	944A0002	X101:2/F102:8	P10		
13	23	Grey	2.50	F102:9	944A0002	F102:9/F102:13	P07	F102:13	944A0002	F102:13/F102:9	P07	573	

Tabela 48 - Cablaeans (Feixes 14-16)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
14	1	Red	4.00	X102:21	9442862	X102:21/X31:301	P08	X31:301:a	130112069	X31:301/X102:21	C2-dir		
14	2	Yellow	4.00	X102:23	9442862	X102:23/X31:304	P08	X31:304:a	130112069	X31:304/X102:23	C2-dir		
14	3	Blue	4.00	X102:25	9442862	X102:25/X31:307	P08	X31:307:a	130112069	X31:307/X102:25	C2-dir		
14	4	Black	4.00	X102:27	9442862	X102:27/X31:311	P08	X31:311:a	9441452	X31:311/X102:27	C2-dir		*
14	5	Black	4.00	X31:303:a	130112069	X31:303/X31:311	C2-dir	X31:311:a	Meio descarnado	X31:311/X31:303	C2-dir	150	*
14	6	G / Y	2.50	X102:GND	944A0002	X102:GND/X101:GND	P08	X101:GND	944A0002	X101:GND/X102:GND	P10	230	
14	7	G / Y	2.50	X102:GND	944A0002	X102:GND/XBT.ac:35	P08	XBT.ac:35:a	130112315	XBT.ac:35/X102:GND	F1-dir		
14	8	Grey	2.50	X102:1	944A0002	X102:1/XBT.dc:2	P08	XBT.dc:2:b	130112315	XBT.dc:2/X102:1	C2-esq		
14	9	Grey	2.50	X102:3	944A0002	X102:3/XBT:4	P08	XBT:4:b	130112315	XBT:4/X102:3	C1-esq		Trip
14	10	Grey	2.50	X102:5	944A0002	X102:5/X102:13	P08	X102:13	944A0002	X102:13/X102:5	P08	150	
14	11	Grey	2.50	X102:13	944A0002	X102:13/XBT.dc:23	P08	XBT.dc:23:a	130112315	XBT.dc:23/X102:13	C2-dir		
14	12	Grey	2.50	X102:15	944A0002	X102:15/XBT.dc:26	P08	XBT.dc:26:a	130112315	XBT.dc:26/X102:15	C2-dir		
14	13	Grey	2.50	X102:17	944A0002	X102:17/XBT:5	P08	XBT:5:b	130112315	XBT:5/X102:17	C1-esq		Trip
15	1	Red	2.50	F102:69	944A0002	F102:69/X101:6	P09	X101:6	944A0002	X101:6/F102:69	P10		
15	2	Yellow	2.50	F102:71	944A0002	F102:71/X101:8	P09	X101:8	944A0002	X101:8/F102:71	P10		
15	3	Blue	2.50	F102:73	944A0002	F102:73/X101:10	P09	X101:10	944A0002	X101:10/F102:73	P10		
15	4	Black	2.50	F102:70	944A0002	F102:70/F102:72	P09	F102:72	944A0002	F102:72/F102:70	P09	150	
15	5	Black	2.50	F102:72	944A0002	F102:72/F102:74	P09	F102:74	944A0002	F102:74/F102:72	P09	150	
15	6	Black	2.50	F102:74	944A0002	F102:74/X101:12	P09	X101:12	944A0002	X101:12/F102:74	P10		
16	1	Red	4.00	X101:21	9442862	X101:21/X31:321	P10	X31:321:a	130112069	X31:321/X101:21	C2-dir		
16	2	Red	2.50	X101:5	944A0002	X101:5/Q402:2	P10	Q402:2	130112315	Q402:2/X101:5	PE2-esq		
16	3	Yellow	4.00	X101:23	9442862	X101:23/X31:323	P10	X31:323:a	130112069	X31:323/X101:23	C2-dir		
16	4	Yellow	2.50	X101:7	944A0002	X101:7/Q402:4	P10	Q402:4	130112315	Q402:4/X101:7	PE2-esq		
16	5	Blue	4.00	X101:25	9442862	X101:25/X31:325	P10	X31:325:a	130112069	X31:325/X101:25	C2-dir		
16	6	Blue	2.50	X101:9	944A0002	X101:9/Q402:6	P10	Q402:6	130112315	Q402:6/X101:9	PE2-esq		
16	7	Black	4.00	X101:27	9442862	X101:27/X31:328	P10	X31:328:a	9441452	X31:328/X101:27	C2-dir		*1
16	8	Black	4.00	X31:322:a	130112069	X31:322/X31:328	C2-dir	X31:328:a	Meio descarnado	X31:328/X31:322	C2-dir	150	*1
16	9	Black	2.50	X101:11	944A0002	X101:11/X42:408	P10	X42:408:b	130112315	X42:408/X101:11	F1-esq		
16	10	Grey	2.50	Q206:2	Meio descarnado	Q206:2/XBT.dc:26	C1-esq	XBT.dc:26:b	130112315	XBT.dc:26/Q206:2	C2-esq		*2
16	11	Grey	2.50	X101:1	944A0002	X101:1/XBT.dc:2	P10	XBT.dc:2:a	130112315	XBT.dc:2/X101:1	C2-dir		
16	12	Grey	2.50	X101:3	944A0002	X101:3/XBT:7	P10	XBT:7:b	130112315	XBT:7/X101:3	C1-esq		Trip
16	13	Grey	2.50	X101:13	944A0002	X101:13/XBT.dc:22	P10	XBT.dc:22:a	130112315	XBT.dc:22/X101:13	C2-dir		
16	14	Grey	2.50	X101:15	944A0002	X101:15/Q206:2	P10	Q206:2	9441452	Q206:2/X101:15	C1-esq		*2
16	15	Grey	2.50	X101:17	944A0002	X101:17/XBT:6	P10	XBT:6:b	130112315	XBT:6/X101:17	C1-esq		Trip

Tabela 49 - Cablagens (Feixes 17-18)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
17	1	G / Y	2.50	P102:GND	130112315	P102:GND/XBT.ac:35	C1-dir	XBT.ac:35:b	130112315	XBT.ac:35/P102:GND	F1-esq		
17	2	Black	2.50	B100:A1	130112315	B100:A1/B100:13	C1-dir	B100:13	9441452	B100:13/B100:A1	C1-esq	559	H (!) - *1
17	3	Black	2.50	B100:A2	130112315	B100:A2/XBT.ac:7	C1-dir	XBT.ac:7:a	130112315	XBT.ac:7/B100:A2	PE1-dir	528	H (!)
17	4	Black	2.50	B101:6	9441452	B101:6/B101:Supply ~	C1-dir	B101:Supply ~	130112315	B101:Supply ~/B101:6	C1-esq		H (!) - *2
17	5	Black	2.50	B101:6	Meio descarnado	B101:6/XBT.ac:2	C1-dir	XBT.ac:2:a	130112315	XBT.ac:2/B101:6	PE1-dir	584	H (!) - *2
17	6	Black	2.50	B101:9	130112315	B101:9/XBT.ac:16	C1-dir	XBT.ac:16:a	130112315	XBT.ac:16/B101:9	PE1-dir	574	H (!)
17	7	Black	2.50	B100:13	Meio descarnado	B100:13/XBT.ac:2	C1-esq	XBT.ac:2:b	130112315	XBT.ac:2/B100:13	PE1-esq	580	H (!) - *1
17	8	Grey	2.50	C101:1	130112315	C101:1/P102:+	C1-dir	P102:+	130112315	P102:+/C101:1	C1-esq		
17	9	Grey	2.50	C101:2	130112315	C101:2/P102:-	C1-dir	P102:-	130112315	P102:-/C101:2	C1-esq		
17	10	Grey	2.50	Q203:1	9441452	Q203:1/Q204:1	C1-dir	Q204:1	Meio descarnado	Q204:1/Q203:1	C1-dir	150	*3
17	11	Grey	2.50	Q203:1	Meio descarnado	Q203:1/X0.dc:4	C1-dir	X0.dc:4:b	130112315	X0.dc:4/Q203:1	PE1-esq		*3
17	12	Grey	2.50	Q203:3	9441452	Q203:3/Q204:3	C1-dir	Q204:3	Meio descarnado	Q204:3/Q203:3	C1-dir	150	*4
17	13	Grey	2.50	Q203:3	Meio descarnado	Q203:3/X0.dc:2	C1-dir	X0.dc:2:b	130112315	X0.dc:2/Q203:3	PE1-esq		*4
17	14	Grey	2.50	Q203:11	130112468	Q203:11/Q204:11	C1-dir	Q204:11	Meio descarnado	Q204:11/Q203:11	C1-dir	150	*5
17	15	Grey	2.50	Q203:11	Meio descarnado	Q203:11/X1:37	C1-dir	X1:37:b	130112315	X1:37/Q203:11	F1-esq		*5
17	16	Grey	2.50	Q204:1	9441452	Q204:1/Q205:1	C1-dir	Q205:1	Meio descarnado	Q205:1/Q204:1	C1-dir	150	*3
17	17	Grey	2.50	Q204:3	9441452	Q204:3/Q205:3	C1-dir	Q205:3	Meio descarnado	Q205:3/Q204:3	C1-dir	150	*4
17	18	Grey	2.50	Q204:11	130112468	Q204:11/Q205:11	C1-dir	Q205:11	Meio descarnado	Q205:11/Q204:11	C1-dir	150	*5
17	19	Grey	2.50	Q205:1	9441452	Q205:1/Q206:1	C1-dir	Q206:1	130112315	Q206:1/Q205:1	C1-dir	150	*3
17	20	Grey	2.50	Q205:3	9441452	Q205:3/Q206:3	C1-dir	Q206:3	130112315	Q206:3/Q205:3	C1-dir	150	*4
17	21	Grey	2.50	Q205:11	130112468	Q205:11/Q206:11	C1-dir	Q206:11	130112315	Q206:11/Q205:11	C1-dir	150	*5
17	22	Grey	2.50	XBT:8:a	130112315	XBT:8/XBT.dc:4	C1-dir	XBT.dc:4:b	130112315	XBT.dc:4/XBT:8	C2-esq		Trip
18	1	Black	2.50	B101:Supply N	130112315	B101:Supply N/XBT.ac:9	C1-esq	XBT.ac:9:a	130112315	XBT.ac:9/B101:Supply N	PE1-dir		H (!)
18	2	Grey	2.50	C101:3	130112315	C101:3/XBT.dc:18	C1-esq	XBT.dc:18:a	130112315	XBT.dc:18/C101:3	C2-dir	450	
18	3	Grey	2.50	C101:4	130112315	C101:4/XBT.dc:14	C1-esq	XBT.dc:14:b	130112315	XBT.dc:14/C101:4	C2-esq		
18	4	Grey	2.50	Q203:2	130112315	Q203:2/XBT.dc:9	C1-esq	XBT.dc:9:b	130112315	XBT.dc:9/Q203:2	C2-esq		
18	5	Grey	2.50	Q203:12	130112468	Q203:12/Q204:12	C1-esq	Q204:12	Meio descarnado	Q204:12/Q203:12	C1-esq	150	*1
18	6	Grey	2.50	Q203:12	Meio descarnado	Q203:12/X1:49	C1-esq	X1:49:b	130112315	X1:49/Q203:12	F1-esq		*1
18	7	Grey	2.50	Q204:12	130112468	Q204:12/Q205:12	C1-esq	Q205:12	Meio descarnado	Q205:12/Q204:12	C1-esq	150	*1
18	8	Grey	2.50	Q204:2	130112315	Q204:2/XBT.dc:32	C1-esq	XBT.dc:32:a	130112315	XBT.dc:32/Q204:2	C2-dir	331	
18	9	Grey	2.50	Q204:4	130112315	Q204:4/XBT.dc:31	C1-esq	XBT.dc:31:a	130112315	XBT.dc:31/Q204:4	C2-dir	292	
18	10	Grey	2.50	Q205:2	9441452	Q205:2/K71:A2	C1-esq	K71:A2	130112315	K71:A2/Q205:2	C2-dir	265	*2
18	11	Grey	2.50	Q205:2	9441452	Q205:2/XBT.dc:16	C1-esq	XBT.dc:16:b	130112315	XBT.dc:16/Q205:2	C2-esq		*2
18	12	Grey	2.50	Q205:12	130112468	Q205:12/Q206:12	C1-esq	Q206:12	130112315	Q206:12/Q205:12	C1-esq	150	*1

Tabela 50 - Cablagens (Feixes 19-22)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
19	1	Yellow	4.00	X31:333:a	130112069	X31:333/X31:351	C2-dir	X31:351:a	130112069	X31:351/X31:333	C2-dir	268	
19	2	Black	4.00	X31:306:a	130112069	X31:306/X31:310	C2-dir	X31:310:a	130112069	X31:310/X31:306	C2-dir	150	
19	3	Black	4.00	X31:324:a	130112069	X31:324/X31:327	C2-dir	X31:327:a	130112069	X31:327/X31:324	C2-dir	150	
19	4	Black	4.00	X31:334:a	130112069	X31:334/X31:337	C2-dir	X31:337:a	130112069	X31:337/X31:334	C2-dir	150	
19	5	Grey	2.50	K51:A2	130112315	K51:A2/XBT.dc:9	C2-dir	XBT.dc:9:a	130112315	XBT.dc:9/K51:A2	C2-dir	344	
19	6	Grey	2.50	K71:A1	130112315	K71:A1/K71:B1	C2-dir	K71:B1	130112315	K71:B1/K71:A1	C2-esq	226	
19	7	Grey	2.50	XBT.dc:3:a	130112315	XBT.dc:3/R102	C2-dir	R102:1	130112276	R102/XBT.dc:3	T1		
19	8	Grey	2.50	XBT.dc:4:a	130112315	XBT.dc:4/R101	C2-dir	R101:1	130112276	R101/XBT.dc:4	T1		
19	9	Grey	2.50	XBT.dc:24:a	130112315	XBT.dc:24/X0:1	C2-dir	X0:1:b	130112315	X0:1/XBT.dc:24	PE1-esq		
19	10	Grey	2.50	XBT.dc:27:a	130112315	XBT.dc:27/F103.CPW:-	C2-dir	F103.CPW:-	130112315	F103.CPW:-/XBT.dc:27	T1		
19	11	Grey	2.50	XBT.dc:33:a	130112315	XBT.dc:33/R101	C2-dir	R101:2	130112276	R101/XBT.dc:33	T1		
20	1	G / Y	4.00	X31:310:b	130112069	X31:310/XBT.ac:31	C2-esq	XBT.ac:31:a	130112069	XBT.ac:31/X31:310	F1-dir	372	A71
20	2	G / Y	4.00	X31:327:b	130112069	X31:327/XBT.ac:32	C2-esq	XBT.ac:32:b	130112069	XBT.ac:32/X31:327	F1-esq		C71
20	3	G / Y	4.00	X31:337:b	130112069	X31:337/XBT.ac:33	C2-esq	XBT.ac:33:b	130112069	XBT.ac:33/X31:337	F1-esq		D71
20	4	Black	2.50	K71:15	130112315	K71:15/Q202:4	C2-esq	Q202:4	130112315	Q202:4/K71:15	PE2-esq		H (!)
20	5	Grey	2.50	K51:18	130112315	K51:18/XBT.dc:6	C2-esq	XBT.dc:6:b	130112315	XBT.dc:6/K51:18	C2-esq	364	
20	6	Grey	2.50	XBT.dc:1:b	130112315	XBT.dc:1/XBT.dc:31	C2-esq	XBT.dc:31:b	130112315	XBT.dc:31/XBT.dc:1	C2-esq	422	
20	7	Grey	2.50	XBT.dc:23:b	130112315	XBT.dc:23/F103.CPW:com	C2-esq	F103.CPW:com	130112315	F103.CPW:com/XBT.dc:23	T1		
21	1	Red	2.50	Q401:1	9441452	Q401:1/Q402:1	PE2-dir	Q402:1	130112315	Q402:1/Q401:1	PE2-dir	300	*1
21	2	Red	2.50	X41:401:a	130112315	X41:401/Q401:1	F1-dir	Q401:1	Meio descarnado	Q401:1/X41:401	PE2-dir		*1
21	3	Yellow	2.50	Q401:3	9441452	Q401:3/Q402:3	PE2-dir	Q402:3	130112315	Q402:3/Q401:3	PE2-dir	300	*2
21	4	Yellow	2.50	X41:402:a	130112315	X41:402/Q401:3	F1-dir	Q401:3	Meio descarnado	Q401:3/X41:402	PE2-dir		*2
21	5	Blue	2.50	Q401:5	9441452	Q401:5/Q402:5	PE2-dir	Q402:5	130112315	Q402:5/Q401:5	PE2-dir	300	*3
21	6	Blue	2.50	X41:403:a	130112315	X41:403/Q401:5	F1-dir	Q401:5	Meio descarnado	Q401:5/X41:403	PE2-dir		*3
21	7	Black	2.50	X41:404:a	130112315	X41:404/X42:407	F1-dir	X42:407:b	130112315	X42:407/X41:404	F1-esq		
21	8	Black	2.50	XBT.ac:21:a	130112315	XBT.ac:21/Q201:4	F1-dir	Q201:4	130112315	Q201:4/XBT.ac:21	PE2-esq	539	H (!)
21	9	Black	2.50	XBT.ac:22:a	130112315	XBT.ac:22/Q201:2	F1-dir	Q201:2	130112315	Q201:2/XBT.ac:22	PE2-esq	563	H (!)
21	10	G / Y	2.50	XBT.ac:36:a	130112315	XBT.ac:36/F103.CPW:GND	F1-dir	F103.CPW:GND	130112315	F103.CPW:GND/XBT.ac:36	T1		
22	1	Red	2.50	X42:401:b	130112315	X42:401/Q401:2	F1-esq	Q401:2	130112315	Q401:2/X42:401	PE2-esq		
22	2	Yellow	2.50	X42:403:b	130112315	X42:403/Q401:4	F1-esq	Q401:4	130112315	Q401:4/X42:403	PE2-esq		
22	3	Blue	2.50	X42:405:b	130112315	X42:405/Q401:6	F1-esq	Q401:6	130112315	Q401:6/X42:405	PE2-esq		
22	4	Black	2.50	XBT.ac:21:b	130112315	XBT.ac:21/XBT.ac:1	F1-esq	XBT.ac:1:b	130112315	XBT.ac:1/XBT.ac:21	PE1-esq		H (!)
22	5	Black	2.50	XBT.ac:22:b	130112315	XBT.ac:22/XBT.ac:6	F1-esq	XBT.ac:6:b	130112315	XBT.ac:6/XBT.ac:22	PE1-esq		H (!)
22	6	Grey	2.50	Q201:12	130112468	Q201:12/Q202:12	PE2-esq	Q202:12	130112315	Q202:12/Q201:12	PE2-esq	150	*
22	7	Grey	2.50	X1:47:b	130112315	X1:47/Q201:12	F1-esq	Q201:12	Meio descarnado	Q201:12/X1:47	PE2-esq		*

Tabela 51 - Cablagens (Feixes 23-25)

Feixe	Número	Cor	Secção	Origem	Artigo ponteira	Marcação origem	Origem	Destino	Artigo ponteira	Marcação destino	Destino	Compr.	Notas
23	1	Black	2.50	X0.ac:4:b	130112315	X0.ac:4/Q201:1	PE1-esq	Q201:1	Meio descarnado	Q201:1/X0.ac:4	PE2-dir	353	H (!) - *1
23	2	Black	2.50	X0.ac:2:b	130112315	X0.ac:2/Q201:3	PE1-esq	Q201:3	Meio descarnado	Q201:3/X0.ac:2	PE2-dir	380	H (!) - *2
23	3	Black	2.50	XBT.ac:1:a	130112315	XBT.ac:1/S100:2	PE1-dir	S100:2	944A0003	S100:2/XBT.ac:1	T1		H (!)
23	4	Black	2.50	Q201:1	9441452	Q201:1/Q202:1	PE2-dir	Q202:1	130112315	Q202:1/Q201:1	PE2-dir	150	H (!) - *1
23	5	Black	2.50	Q201:3	9441452	Q201:3/Q202:3	PE2-dir	Q202:3	130112315	Q202:3/Q201:3	PE2-dir	150	H (!) - *2
23	6	Grey	2.50	F103.CPW:+	130112315	F103.CPW:+/F103.CPW:com	T1	F103.CPW:com	130112315	F103.CPW:com/F103.CPW:+	T1	489	
24	1	Red	4.00	T301:1S1	9442862	T301:1S1/X31:301	CCC	X31:301:b	130112069	X31:301/T301:1S1	C2-esq		A11
24	2	Red	4.00	T301:1S2	9442862	T301:1S2/X31:302	CCC	X31:302:b	130112069	X31:302/T301:1S2	C2-esq		A12
24	3	Red	4.00	T301:1S3	9442862	T301:1S3/X31:303	CCC	X31:303:b	130112069	X31:303/T301:1S3	C2-esq		A13
24	4	Red	4.00	T301:2S1	9442862	T301:2S1/X31:321	CCC	X31:321:b	130112069	X31:321/T301:2S1	C2-esq		C11
24	5	Red	4.00	T301:2S2	9442862	T301:2S2/X31:322	CCC	X31:322:b	130112069	X31:322/T301:2S2	C2-esq		C12
24	6	Red	4.00	T301:3S1	9442862	T301:3S1/X31:331	CCC	X31:331:b	130112069	X31:331/T301:3S1	C2-esq		D11
24	7	Red	4.00	T301:3S2	9442862	T301:3S2/X31:332	CCC	X31:332:b	130112069	X31:332/T301:3S2	C2-esq		D12
24	8	Yellow	4.00	T302:1S1	9442862	T302:1S1/X31:304	CCC	X31:304:b	130112069	X31:304/T302:1S1	C2-esq		A31
24	9	Yellow	4.00	T302:1S2	9442862	T302:1S2/X31:305	CCC	X31:305:b	130112069	X31:305/T302:1S2	C2-esq		A32
24	10	Yellow	4.00	T302:1S3	9442862	T302:1S3/X31:306	CCC	X31:306:b	130112069	X31:306/T302:1S3	C2-esq		A33
24	11	Yellow	4.00	T302:2S1	9442862	T302:2S1/X31:323	CCC	X31:323:b	130112069	X31:323/T302:2S1	C2-esq		C31
24	12	Yellow	4.00	T302:2S2	9442862	T302:2S2/X31:324	CCC	X31:324:b	130112069	X31:324/T302:2S2	C2-esq		C32
24	13	Yellow	4.00	T302:3S1	9442862	T302:3S1/X31:333	CCC	X31:333:b	130112069	X31:333/T302:3S1	C2-esq		D31
24	14	Yellow	4.00	T302:3S2	9442862	T302:3S2/X31:334	CCC	X31:334:b	130112069	X31:334/T302:3S2	C2-esq		D32
24	15	Blue	4.00	T303:1S1	9442862	T303:1S1/X31:307	CCC	X31:307:b	130112069	X31:307/T303:1S1	C2-esq		A51
24	16	Blue	4.00	T303:1S2	9442862	T303:1S2/X31:308	CCC	X31:308:b	130112069	X31:308/T303:1S2	C2-esq		A52
24	17	Blue	4.00	T303:1S3	9442862	T303:1S3/X31:309	CCC	X31:309:b	130112069	X31:309/T303:1S3	C2-esq		A53
24	18	Blue	4.00	T303:2S1	9442862	T303:2S1/X31:325	CCC	X31:325:b	130112069	X31:325/T303:2S1	C2-esq		C51
24	19	Blue	4.00	T303:2S2	9442862	T303:2S2/X31:326	CCC	X31:326:b	130112069	X31:326/T303:2S2	C2-esq		C52
24	20	Blue	4.00	T303:3S1	9442862	T303:3S1/X31:335	CCC	X31:335:b	130112069	X31:335/T303:3S1	C2-esq		D51
24	21	Blue	4.00	T303:3S2	9442862	T303:3S2/X31:336	CCC	X31:336:b	130112069	X31:336/T303:3S2	C2-esq		D52
24	22	G / Y	4.00	GND	9442862	GND/XBT.ac:31	CCC	XBT.ac:31:b	130112069	XBT.ac:31/GND	C2-esq		90
25	1	Grey	4.00	NP_X0.dc:1	130112069	X0.dc:1/X0.dc:2	CG	X0.dc:2:a	130112069	X0.dc:2/X0.dc:1	PE1-dir		
25	2	Grey	4.00	NP_X0.dc:3	130112069	X0.dc:3/X0.dc:4	CG	X0.dc:4:a	130112069	X0.dc:4/X0.dc:3	PE1-dir		
25	3	Black	2.50	NP_X0.ac:1	130112315	X0.ac:1/X0.ac:2	CG	X0.ac:2:a	130112315	X0.ac:2/X0.ac:1	PE1-dir		H (!)
25	4	Black	2.50	NP_X0.ac:3	130112315	X0.ac:3/X0.ac:4	CG	X0.ac:4:a	130112315	X0.ac:4/X0.ac:3	PE1-dir		H (!)

Anexo 2 – Lista CBT014 KOMAX

Tabela 52 - Cablagens (Feixes 1-2)

1	1	Red	2.50	RCB_X4:401:a	X42:401:a	3370	5	5	UU	UU	X4:401/X42:401	X42:401/X4:401	RCB
1	2	Yellow	4.00	RCB_X3:301:a	X31:351:b	3350	5	5	UU	DD	X3:301/X31:351	X31:351/X3:301	RCB
1	3	Yellow	4.00	RCB_X3:302:a	X31:352:b	3350	5	5	UU	DD	X3:302/X31:352	X31:352/X3:302	RCB
1	4	Yellow	2.50	RCB_X4:402:a	X42:403:a	3370	5	5	UU	UU	X4:402/X42:403	X42:403/X4:402	RCB
1	5	Blue	2.50	RCB_X4:403:a	X42:405:a	3370	5	5	UU	UU	X4:403/X42:405	X42:405/X4:403	RCB
1	6	Black	2.50	RCB_X4:404:a	X42:407:a	3370	5	5	UU	UU	X4:404/X42:407	X42:407/X4:404	RCB
1	7	Black	2.50	RCB_X0.ac:1:a	X0.ac:1:b	3350	5	5	UU	DD	X0.ac:1/X0.ac:1	X0.ac:1/X0.ac:1	RCB
1	8	Black	2.50	RCB_X0.ac:2:a	X0.ac:3:b	3350	5	5	UU	DD	X0.ac:2/X0.ac:3	X0.ac:3/X0.ac:2	RCB
1	9	Grey	4.00	RCB_X0.dc:1:a	X0.dc:1:b	3490	5	5	UU	DD	X0.dc:1/X0.dc:1	X0.dc:1/X0.dc:1	RCB
1	10	Grey	4.00	RCB_X0.dc:2:a	X0.dc:3:b	3490	5	5	UU	DD	X0.dc:2/X0.dc:3	X0.dc:3/X0.dc:2	RCB
1	11	Grey	2.50	RCB_X1:1:a	X1:1:a	3340	5	5	UU	UU	X1:1/X1:1	X1:1/X1:1	RCB
1	12	Grey	2.50	RCB_X1:2:a	X1:2:a	3340	5	5	UU	UU	X1:2/X1:2	X1:2/X1:2	RCB
1	13	Grey	2.50	RCB_X1:3:a	X1:3:a	3340	5	5	UU	UU	X1:3/X1:3	X1:3/X1:3	RCB
1	14	Grey	2.50	RCB_X1:4:a	X1:4:a	3340	5	5	UU	UU	X1:4/X1:4	X1:4/X1:4	RCB
1	15	Grey	2.50	RCB_X1:5:a	X1:5:a	3340	5	5	UU	UU	X1:5/X1:5	X1:5/X1:5	RCB
1	16	Grey	2.50	RCB_X1:6:a	X1:6:a	3340	5	5	UU	UU	X1:6/X1:6	X1:6/X1:6	RCB
1	17	Grey	2.50	RCB_X1:7:a	X1:7:a	3340	5	5	UU	UU	X1:7/X1:7	X1:7/X1:7	RCB
2	1	Grey	2.50	RCB_X1:8:a	X1:8:a	3340	5	5	UU	UU	X1:8/X1:8	X1:8/X1:8	RCB
2	2	Grey	2.50	RCB_X1:9:a	X1:9:a	3340	5	5	UU	UU	X1:9/X1:9	X1:9/X1:9	RCB
2	3	Grey	2.50	RCB_X1:10:a	X1:10:a	3340	5	5	UU	UU	X1:10/X1:10	X1:10/X1:10	RCB
2	4	Grey	2.50	RCB_X1:11:a	X1:11:a	3280	5	5	UU	UU	X1:11/X1:11	X1:11/X1:11	RCB
2	5	Grey	2.50	RCB_X1:12:a	XBT.dc:7:b	3270	5	5	UU	DD	X1:12/XBT.dc:7	XBT.dc:7/X1:12	RCB
2	6	Grey	2.50	RCB_X1:13:a	X1:13:a	3280	5	5	UU	UU	X1:13/X1:13	X1:13/X1:13	RCB
2	7	Grey	2.50	RCB_X1:14:a	XBT:2:b	3290	5	5	UU	DD	X1:14/XBT:2	XBT:2/X1:14	RCB
2	8	Grey	2.50	RCB_X1:15:a	X1:15:a	3280	5	5	UU	UU	X1:15/X1:15	X1:15/X1:15	RCB
2	9	Grey	2.50	RCB_X1:16:a	X1:16:a	3270	5	5	UU	UU	X1:16/X1:16	X1:16/X1:16	RCB
2	10	Grey	2.50	RCB_X1:17:a	XBT.dc:24:b	3270	5	5	UU	DD	X1:17/XBT.dc:24	XBT.dc:24/X1:17	RCB
2	11	Grey	2.50	RCB_X1:21:a	X1:21:a	3270	5	5	UU	UU	X1:21/X1:21	X1:21/X1:21	RCB
2	12	Grey	2.50	RCB_X1:25:a	X1:25:a	3260	5	5	UU	UU	X1:25/X1:25	X1:25/X1:25	RCB
2	13	Grey	2.50	RCB_X1:26:a	X1:26:a	3260	5	5	UU	UU	X1:26/X1:26	X1:26/X1:26	RCB
2	14	Grey	2.50	RCB_X1:27:a	X1:27:a	3260	5	5	UU	UU	X1:27/X1:27	X1:27/X1:27	RCB
2	15	Grey	2.50	RCB_X1:28:a	X1:28:a	3260	5	5	UU	UU	X1:28/X1:28	X1:28/X1:28	RCB
2	16	Grey	2.50	RCB_X1:29:a	X1:29:a	3260	5	5	UU	UU	X1:29/X1:29	X1:29/X1:29	RCB
2	17	Grey	2.50	RCB_X1:30:a	X1:30:a	3260	5	5	UU	UU	X1:30/X1:30	X1:30/X1:30	RCB

Tabela 53 - Cablagens (Feixes 3-4)

3	1 Grey	2.50	RCB_X1:31:a	X1:31:a	3260	5	5 UU UU	X1:31/X1:31	X1:31/X1:31	RCB
3	2 Grey	2.50	RCB_X1:32:a	X1:32:a	3260	5	5 UU UU	X1:32/X1:32	X1:32/X1:32	RCB
3	3 Grey	2.50	RCB_X1:33:a	X1:33:a	3260	5	5 UU UU	X1:33/X1:33	X1:33/X1:33	RCB
3	4 Grey	2.50	RCB_X1:34:a	X1:34:a	3260	5	5 UU UU	X1:34/X1:34	X1:34/X1:34	RCB
3	5 Grey	2.50	RCB_X1:36:a	X1:36:a	3260	5	5 UU UU	X1:36/X1:36	X1:36/X1:36	RCB
3	6 Grey	2.50	RCB_X1:39:a	X1:39:a	3260	5	5 UU UU	X1:39/X1:39	X1:39/X1:39	RCB
3	7 Grey	2.50	RCB_X1:40:a	X1:40:a	3260	5	5 UU UU	X1:40/X1:40	X1:40/X1:40	RCB
3	8 Grey	2.50	RCB_X1:41:a	X1:41:a	3250	5	5 UU UU	X1:41/X1:41	X1:41/X1:41	RCB
3	9 Grey	2.50	RCB_X1:42:a	X1:42:a	3250	5	5 UU UU	X1:42/X1:42	X1:42/X1:42	RCB
3	10 Grey	2.50	RCB_X1:43:a	X1:43:a	3250	5	5 UU UU	X1:43/X1:43	X1:43/X1:43	RCB
3	11 Grey	2.50	RCB_X1:44:a	X1:44:a	3250	5	5 UU UU	X1:44/X1:44	X1:44/X1:44	RCB
3	12 Grey	2.50	RCB_X1:45:a	X1:45:a	3250	5	5 UU UU	X1:45/X1:45	X1:45/X1:45	RCB
3	13 Grey	2.50	RCB_X1:47:a	X1:47:a	3250	5	5 UU UU	X1:47/X1:47	X1:47/X1:47	RCB
3	14 Grey	2.50	RCB_X1:48:a	X1:48:a	3250	5	5 UU UU	X1:48/X1:48	X1:48/X1:48	RCB
3	15 Grey	2.50	RCB_X1:49:a	X1:49:a	3250	5	5 UU UU	X1:49/X1:49	X1:49/X1:49	RCB
3	16 Grey	2.50	RCB_X1:50:a	X1:50:a	3250	5	5 UU UU	X1:50/X1:50	X1:50/X1:50	RCB
4	1 G / Y	2.50	Fd:GND	XBT.ac:34:b	600	12	5 UU DD	Fd:GND/XBT.ac:34	XBT.ac:34/Fd:GND	CBT
4	2 Black	2.50	Fd:6	K71:16	972	2	5 UU DD	Fd:6/K71:16	K71:16/Fd:6	CBT
4	3 Black	2.50	Fd:7	Q202:2	635	2	5 UU DD	Fd:7/Q202:2	Q202:2/Fd:7	CBT
4	4 Black	2.50	Fd:71	XBT.ac:17:b	990	2	5 UU DD	Fd:71/XBT.ac:17	XBT.ac:17/Fd:71	CBT
4	5 Black	2.50	Fd:72	XBT.ac:8:a	1169	2	5 UU UU	Fd:72/XBT.ac:8	XBT.ac:8/Fd:72	CBT
4	6 Grey	2.50	Fd:1	XBT.dc:7:a	1186	2	5 UU UU	Fd:1/XBT.dc:7	XBT.dc:7/Fd:1	CBT
4	7 Grey	2.50	Fd:2	XBT:8:b	1045	2	5 UU DD	Fd:2/XBT:8	XBT:8/Fd:2	CBT
4	8 Grey	2.50	Fd:4	X1:23:b	720	2	5 UU DD	Fd:4/X1:23	X1:23/Fd:4	CBT
4	9 Grey	2.50	Fd:8	XBT.dc:22:b	1087	2	5 UU DD	Fd:8/XBT.dc:22	XBT.dc:22/Fd:8	CBT
4	10 Grey	2.50	Fd:9	F102:25	2189	2	12 UU DD	Fd:9/F102:25	F102:25/Fd:9	CBTE
4	11 Grey	2.50	Fd:14	X1:24:b	711	2	5 UU DD	Fd:14/X1:24	X1:24/Fd:14	CBT
4	12 Grey	2.50	Fd:15	X1:30:b	746	2	5 UU DD	Fd:15/X1:30	X1:30/Fd:15	CBT
4	13 Grey	2.50	Fd:18	S202:2	1985	2	5 UU UU	Fd:18/S202:2	S202:2/Fd:18	CBTE
4	14 Grey	2.50	Fd:19	K71:A1	1104	2	5 UU DD	Fd:19/K71:A1	K71:A1/Fd:19	CBT
4	15 Grey	2.50	Fd:21	XBT.dc:10:b	1041	2	5 UU DD	Fd:21/XBT.dc:10	XBT.dc:10/Fd:21	CBT
4	16 Grey	2.50	Fd:22	X1:29:b	773	2	5 UU DD	Fd:22/X1:29	X1:29/Fd:22	CBT
4	17 Grey	2.50	Fd:23	XBT.dc:32:b	1144	2	5 UU DD	Fd:23/XBT.dc:32	XBT.dc:32/Fd:23	CBT
4	18 Grey	2.50	Fd:24	XBT.dc:33:b	1139	2	5 UU DD	Fd:24/XBT.dc:33	XBT.dc:33/Fd:24	CBT
4	19 Grey	2.50	Fd:25	Fd:63	600	2	2 UU UU	Fd:25/Fd:63	Fd:63/Fd:25	CBT
4	20 Grey	2.50	Fd:26	XBT.dc:12:a	1208	2	5 UU UU	Fd:26/XBT.dc:12	XBT.dc:12/Fd:26	CBT
4	21 Grey	2.50	Fd:27	H103:x1	1927	2	5 UU UU	Fd:27/H103:x1	H103:x1/Fd:27	CBTE
4	22 Grey	2.50	Fd:28	XBT.dc:12:b	1025	2	5 UU DD	Fd:28/XBT.dc:12	XBT.dc:12/Fd:28	CBT
4	23 Grey	2.50	Fd:29	H102:x1	1967	2	5 UU UU	Fd:29/H102:x1	H102:x1/Fd:29	CBTE

Tabela 54 - Cablagens (Feixes 5-6)

5	1 Black	2.50	Fp:9	XBT.ac:16:b	1177	2	5	UU	DD	Fp:9/XBT.ac:16	XBT.ac:16/Fp:9	CBT
5	2 Black	2.50	Fp:10	XBT.ac:8:b	1056	2	5	UU	DD	Fp:10/XBT.ac:8	XBT.ac:8/Fp:10	CBT
5	3 Black	2.50	Fp:17	B101:8	1189	2	5	UU	UU	Fp:17/B101:8	B101:8/Fp:17	CBT
5	4 Black	2.50	Fp:18	XBT.ac:9:b	1046	2	5	UU	DD	Fp:18/XBT.ac:9	XBT.ac:9/Fp:18	CBT
5	5 Grey	2.50	Fp:1	X1:22:b	847	2	5	UU	DD	Fp:1/X1:22	X1:22/Fp:1	CBT
5	6 Grey	2.50	Fp:2	X1:27:b	877	2	5	UU	DD	Fp:2/X1:27	X1:27/Fp:2	CBT
5	7 Grey	2.50	Fp:3	XBT.dc:21:a	1347	2	5	UU	UU	Fp:3/XBT.dc:21	XBT.dc:21/Fp:3	CBT
5	8 Grey	2.50	Fp:4	F102:21	2344	2	12	UU	DD	Fp:4/F102:21	F102:21/Fp:4	CBTE
5	9 Grey	2.50	Fp:5	H400:2	2345	2	5	UU	UU	Fp:5/H400:2	H400:2/Fp:5	CBTE
5	10 Grey	2.50	Fp:6	Fp:15	600	2	2	UU	UU	Fp:6/Fp:15	Fp:15/Fp:6	CBT
5	11 Grey	2.50	Fp:7	X1:23:a	1025	2	5	UU	UU	Fp:7/X1:23	X1:23/Fp:7	CBT
5	12 Grey	2.50	Fp:8	X1:28:b	869	2	5	UU	DD	Fp:8/X1:28	X1:28/Fp:8	CBT
5	13 Grey	2.50	Fp:11	X1:21:b	832	2	5	UU	DD	Fp:11/X1:21	X1:21/Fp:11	CBT
5	14 Grey	2.50	Fp:12	X1:25:b	857	2	5	UU	DD	Fp:12/X1:25	X1:25/Fp:12	CBT
5	15 Grey	2.50	Fp:13	X1:22:a	1013	2	5	UU	UU	Fp:13/X1:22	X1:22/Fp:13	CBT
5	16 Grey	2.50	Fp:14	X1:26:b	851	2	5	UU	DD	Fp:14/X1:26	X1:26/Fp:14	CBT
5	17 Grey	2.50	Fp:16	XBT.dc:17:b	1130	2	5	UU	DD	Fp:16/XBT.dc:17	XBT.dc:17/Fp:16	CBT
6	1 Red	2.50	Ft:1	X41:401:b	600	2	5	UU	DD	Ft:1/X41:401	X41:401/Ft:1	CBT
6	2 Yellow	2.50	Ft:2	X41:402:b	600	2	5	UU	DD	Ft:2/X41:402	X41:402/Ft:2	CBT
6	3 Blue	2.50	Ft:3	X41:403:b	636	2	5	UU	DD	Ft:3/X41:403	X41:403/Ft:3	CBT
6	4 Black	2.50	Ft:4	X41:404:b	639	2	5	UU	DD	Ft:4/X41:404	X41:404/Ft:4	CBT
6	5 Grey	2.50	F102:17	Q402:22	2240	12	2	DD	DD	F102:17/Q402:22	Q402:22/F102:17	CBTE
6	6 Grey	2.50	Ft:5	XBT.dc:13:b	1051	2	5	UU	DD	Ft:5/XBT.dc:13	XBT.dc:13/Ft:5	CBT
6	7 Grey	2.50	Ft:6	H104:x1	2225	2	5	UU	UU	Ft:6/H104:x1	H104:x1/Ft:6	CBTE
6	8 Grey	2.50	Ft:7	Q402:11	1056	2	2	UU	UU	Ft:7/Q402:11	Q402:11/Ft:7	CBT
6	9 Grey	2.50	Ft:8	Q402:12	600	2	2	UU	DD	Ft:8/Q402:12	Q402:12/Ft:8	CBT
6	10 Grey	2.50	Ft:9	Q402:21	1014	2	5	UU	UU	Ft:9/Q402:21	Q402:21/Ft:9	CBT
6	11 Grey	2.50	Ft:10	Q402:22	676	2	5	UU	DD	Ft:10/Q402:22	Q402:22/Ft:10	CBT
6	12 Grey	2.50	Ft:15	XBT.dc:11:b	1055	2	5	UU	DD	Ft:15/XBT.dc:11	XBT.dc:11/Ft:15	CBT
6	13 Grey	2.50	Ft:16	H101:x1	2251	2	5	UU	UU	Ft:16/H101:x1	H101:x1/Ft:16	CBTE
6	14 Grey	2.50	Q201:11	Q202:11	600	2	2	UU	UU	Q201:11/Q202:11	Q202:11/Q201:11	CBT
6	15 Grey	2.50	Q201:11	X1:37:a	1020	5	5	UU	UU	Q201:11/X1:37	X1:37/Q201:11	CBT
6	16 Grey	2.50	Q202:11	Q401:11	600	2	5	UU	UU	Q202:11/Q401:11	Q401:11/Q202:11	CBT
6	17 Grey	2.50	Q206:4	Q402:21	937	5	2	DD	UU	Q206:4/Q402:21	Q402:21/Q206:4	CBT
6	18 Grey	2.50	Q206:4	XBT.dc:21:b	1288	5	5	DD	DD	Q206:4/XBT.dc:21	XBT.dc:21/Q206:4	CBT
6	19 Grey	2.50	Q401:11	Q402:11	600	2	5	UU	UU	Q401:11/Q402:11	Q402:11/Q401:11	CBT
6	20 Grey	2.50	Q401:12	Q402:12	600	2	5	DD	DD	Q401:12/Q402:12	Q402:12/Q401:12	CBT
6	21 Grey	2.50	Q401:12	X1:48:b	973	5	5	DD	DD	Q401:12/X1:48	X1:48/Q401:12	CBT

Tabela 55 - Cablagens (Feixes 7-9)

7	1 Red	4.00	P301:1	X31:331:a	2390	5	5	DD	UU	P301:1/X31:331	X31:331/P301:1	CBTE
7	2 Yellow	4.00	P302:1	X31:352:a	2480	5	5	DD	UU	P302:1/X31:352	X31:352/P302:1	CBTE
7	3 Blue	4.00	P303:1	X31:335:a	2506	5	5	DD	UU	P303:1/X31:335	X31:335/P303:1	CBTE
7	4 Black	4.00	P301:2	P302:2	600	5	5	DD	DD	P301:2/P302:2	P302:2/P301:2	CBTE
7	5 Black	4.00	P302:2	P303:2	600	5	5	DD	DD	P302:2/P303:2	P303:2/P302:2	CBTE
7	6 Black	4.00	P303:2	X31:338:a	2442	5	5	DD	UU	P303:2/X31:338	X31:338/P303:2	CBTE
7	7 Black	4.00	X31:332:a	X31:338:a	600	5	5	UU	UU	X31:332/X31:338	X31:338/X31:332	CBT
7	8 Black	2.50	P401:1	S401:1	1239	12	17	DD	DD	P401:1/S401:1	S401:1/P401:1	CBTE
7	9 Black	2.50	P401:2	S401:7	1243	12	17	DD	DD	P401:2/S401:7	S401:7/P401:2	CBTE
8	1 Grey	2.50	S901:1	Q203:4	2005	17	5	DD	DD	S901:1/Q203:4	Q203:4/S901:1	CBTE
8	2 Grey	2.50	S901:2	S902:4	600	17	17	DD	DD	S901:2/S902:4	S902:4/S901:2	CBTE
8	3 Grey	2.50	S901:2	S903:2	600	17	17	DD	UU	S901:2/S903:2	S903:2/S901:2	CBTE
8	4 Grey	2.50	S901:4	X1:11:b	2094	17	5	UU	DD	S901:4/X1:11	X1:11/S901:4	CBTE
8	5 Grey	2.50	S901:5	XBT.dc:1:a	2088	17	5	DD	UU	S901:5/XBT.dc:1	XBT.dc:1/S901:5	CBTE
8	6 Grey	2.50	S901:6	S902:6	600	17	17	DD	DD	S901:6/S902:6	S902:6/S901:6	CBTE
8	7 Grey	2.50	S901:8	X1:13:b	2102	17	5	UU	DD	S901:8/X1:13	X1:13/S901:8	CBTE
8	8 Grey	2.50	S901:9	S902:9	600	17	17	UU	DD	S901:9/S902:9	S902:9/S901:9	CBTE
8	9 Grey	2.50	S901:9	X1:24:a	2791	17	5	DD	UU	S901:9/X1:24	X1:24/S901:9	CBTE
8	10 Grey	2.50	S901:10	X1:31:b	2078	17	5	UU	DD	S901:10/X1:31	X1:31/S901:10	CBTE
8	11 Grey	2.50	S901:12	X1:32:b	2043	17	5	UU	DD	S901:12/X1:32	X1:32/S901:12	CBTE
8	12 Grey	2.50	S902:1	XBT.dc:6:a	1996	17	5	DD	UU	S902:1/XBT.dc:6	XBT.dc:6/S902:1	CBTE
8	13 Grey	2.50	S902:5	XBT:1:b	2244	17	5	DD	DD	S902:5/XBT:1	XBT:1/S902:5	CBTE
8	14 Grey	2.50	S902:10	X1:33:b	2124	17	5	UU	DD	S902:10/X1:33	X1:33/S902:10	CBTE
8	15 Grey	2.50	S902:12	X1:34:b	2089	17	5	UU	DD	S902:12/X1:34	X1:34/S902:12	CBTE
9	1 Red	2.50	S401:2	X42:402:b	1976	17	5	UU	DD	S401:2/X42:402	X42:402/S401:2	CBTE
9	2 Yellow	2.50	S401:6	X42:404:b	1979	17	5	UU	DD	S401:6/X42:404	X42:404/S401:6	CBTE
9	3 Blue	2.50	S401:8	X42:406:b	1998	17	5	UU	DD	S401:8/X42:406	X42:406/S401:8	CBTE
9	4 G / Y	2.50	H400:GND	XBT.ac:34:a	2533	19	5	UU	UU	H400:GND/XBT.ac:34	XBT.ac:34/H400:GND	CBTE
9	5 Grey	2.50	H400:1	H400:10	600	5	5	UU	UU	H400:1/H400:10	H400:10/H400:1	CBTE
9	6 Grey	2.50	H400:1	XBT.dc:14:a	1922	5	5	UU	UU	H400:1/XBT.dc:14	XBT.dc:14/H400:1	CBTE
9	7 Grey	2.50	H400:4	F102:13	1357	5	12	UU	DD	H400:4/F102:13	F102:13/H400:4	CBTE
9	8 Grey	2.50	H400:4	F103:F4	1101	5	12	UU	DD	H400:4/F103:F4	F103:F4/H400:4	CBTE
9	9 Grey	2.50	H400:5	X1:42:b	1782	5	5	UU	DD	H400:5/X1:42	X1:42/H400:5	CBTE
9	10 Grey	2.50	H400:11	XBT.dc:17:a	1967	5	5	UU	UU	H400:11/XBT.dc:17	XBT.dc:17/H400:11	CBTE
9	11 Grey	2.50	K51:15	K51:A1	1020	5	5	DD	UU	K51:15/K51:A1	K51:A1/K51:15	CBT
9	12 Grey	2.50	S201:4E	S202:x1	600	5	5	DD	UU	S201:4E/S202:x1	S202:x1/S201:4E	CBTE
9	13 Grey	2.50	S903:1	K51:B1	1978	5	5	DD	UU	S903:1/K51:B1	K51:B1/S903:1	CBTE
9	14 Grey	2.50	S903:2	K51:A1	2050	17	5	UU	UU	S903:2/K51:A1	K51:A1/S903:2	CBTE

Tabela 56 - Cablagens (Feixes 10-11)

10	1	Grey	2.50	H101:x1	S201:4A	600	5	5	UU	DD	H101:x1/S201:4A	S201:4A/H101:x1	CBTE
10	2	Grey	2.50	H101:x2	H102:x2	600	5	5	DD	DD	H101:x2/H102:x2	H102:x2/H101:x2	CBTE
10	3	Grey	2.50	H101:x2	S202:x2	600	5	5	DD	DD	H101:x2/S202:x2	S202:x2/H101:x2	CBTE
10	4	Grey	2.50	H102:x1	S201:4B	600	5	5	UU	DD	H102:x1/S201:4B	S201:4B/H102:x1	CBTE
10	5	Grey	2.50	H102:x2	H103:x2	600	5	5	DD	DD	H102:x2/H103:x2	H103:x2/H102:x2	CBTE
10	6	Grey	2.50	H103:x1	S201:4C	600	5	5	UU	DD	H103:x1/S201:4C	S201:4C/H103:x1	CBTE
10	7	Grey	2.50	H103:x2	H104:x2	600	5	5	DD	DD	H103:x2/H104:x2	H104:x2/H103:x2	CBTE
10	8	Grey	2.50	H104:x1	S201:4D	600	5	5	UU	DD	H104:x1/S201:4D	S201:4D/H104:x1	CBTE
10	9	Grey	2.50	Q205:4	XBT.dc:11:a	600	5	5	DD	UU	Q205:4/XBT.dc:11	XBT.dc:11/Q205:4	CBT
10	10	Grey	2.50	S201:3C	XBT.dc:13:a	1781	5	5	UU	UU	S201:3C/XBT.dc:13	XBT.dc:13/S201:3C	CBTE
10	11	Grey	2.50	S202:1	Q205:4	1625	5	5	DD	DD	S202:1/Q205:4	Q205:4/S202:1	CBTE
10	12	Grey	2.50	S202:2	K71:25	1781	5	5	UU	UU	S202:2/K71:25	K71:25/S202:2	CBTE
10	13	Grey	2.50	S202:x1	K71:28	1737	5	5	UU	UU	S202:x1/K71:28	K71:28/S202:x1	CBTE
10	14	Grey	2.50	S202:x2	XBT.dc:16:a	1687	5	5	DD	UU	S202:x2/XBT.dc:16	XBT.dc:16/S202:x2	CBTE
11	1	Red	4.00	F103:Q1	X102:22	1341	5	5	DD	DD	F103:Q1/X102:22	X102:22/F103:Q1	CBTE
11	2	Yellow	4.00	F103:Q3	X102:24	1365	5	5	DD	DD	F103:Q3/X102:24	X102:24/F103:Q3	CBTE
11	3	Blue	4.00	F103:Q5	X102:26	1395	5	5	DD	DD	F103:Q5/X102:26	X102:26/F103:Q5	CBTE
11	4	Black	4.00	F103:Q7	X102:28	1422	5	5	DD	DD	F103:Q7/X102:28	X102:28/F103:Q7	CBTE
11	5	G / Y	2.50	F103:GND	F102:GND	1380	12	12	DD	DD	F103:GND/F102:GND	F102:GND/F103:GND	CBTE
11	6	Grey	2.50	F103:F1	X102:14	1280	12	12	DD	DD	F103:F1/X102:14	X102:14/F103:F1	CBTE
11	7	Grey	2.50	F103:F2	X102:16	1313	12	12	DD	DD	F103:F2/X102:16	X102:16/F103:F2	CBTE
11	8	Grey	2.50	F103:F3	X1:43:b	1754	12	5	DD	DD	F103:F3/X1:43	X1:43/F103:F3	CBTE
11	9	Grey	2.50	F103:F4	F103:R5	1139	12	12	DD	DD	F103:F4/F103:R5	F103:R5/F103:F4	CBTE
11	10	Grey	2.50	F103:F5	F102:35	1312	12	12	DD	DD	F103:F5/F102:35	F102:35/F103:F5	CBTE
11	11	Grey	2.50	F103:F6	F103.CPW:c	3005	12	5	DD	DD	F103:F6/F103.CPW:c	F103.CPW:c/F103:F6	CBTE
11	12	Grey	2.50	F103:F7	X102:6	1282	12	12	DD	DD	F103:F7/X102:6	X102:6/F103:F7	CBTE
11	13	Grey	2.50	F103:F8	X1:15:b	1918	12	5	DD	DD	F103:F8/X1:15	X1:15/F103:F8	CBTE
11	14	Grey	2.50	F103:F9	X1:16:b	1903	12	5	DD	DD	F103:F9/X1:16	X1:16/F103:F9	CBTE
11	15	Grey	2.50	F103:F10	F103:R10	1138	12	12	DD	DD	F103:F10/F103:R10	F103:R10/F103:F10	CBTE
11	16	Grey	2.50	F103:F10	X102:15	1254	12	12	DD	DD	F103:F10/X102:15	X102:15/F103:F10	CBTE
11	17	Grey	2.50	F103:R1	X102:20	1172	12	12	DD	DD	F103:R1/X102:20	X102:20/F103:R1	CBTE
11	18	Grey	2.50	F103:R2	X102:4	1064	12	12	DD	DD	F103:R2/X102:4	X102:4/F103:R2	CBTE
11	19	Grey	2.50	F103:R3	X102:18	1176	12	12	DD	DD	F103:R3/X102:18	X102:18/F103:R3	CBTE
11	20	Grey	2.50	F103:R4	X102:2	1056	12	12	DD	DD	F103:R4/X102:2	X102:2/F103:R4	CBTE
11	21	Grey	2.50	F103:R5	F103:R7	600	12	12	DD	DD	F103:R5/F103:R7	F103:R7/F103:R5	CBTE
11	22	Grey	2.50	F103:R6	X1:44:b	1574	12	5	DD	DD	F103:R6/X1:44	X1:44/F103:R6	CBTE
11	23	Grey	2.50	F103:R8	X1:45:b	1573	12	5	DD	DD	F103:R8/X1:45	X1:45/F103:R8	CBTE
11	24	Grey	2.50	F103:R9	X0:3:b	2496	12	5	DD	DD	F103:R9/X0:3	X0:3/F103:R9	CBTE
11	25	Grey	2.50	F103:R10	F103:R12	600	12	12	DD	DD	F103:R10/F103:R12	F103:R12/F103:R10	CBTE
11	26	Grey	2.50	F103:R11	X0:4:b	2505	12	5	DD	DD	F103:R11/X0:4	X0:4/F103:R11	CBTE

Tabela 57 - Cablagens (Feixes 12-13)

12	1	Red	4.00	F102:41	X101:22	1354	5	5	DD	DD	F102:41/X101:22	X101:22/F102:41	CBTE
12	2	Yellow	4.00	F102:43	X101:24	1373	5	5	DD	DD	F102:43/X101:24	X101:24/F102:43	CBTE
12	3	Blue	4.00	F102:45	X101:26	1394	5	5	DD	DD	F102:45/X101:26	X101:26/F102:45	CBTE
12	4	Black	4.00	F102:42	F102:44	600	5	5	DD	DD	F102:42/F102:44	F102:44/F102:42	CBTE
12	5	Black	4.00	F102:44	F102:46	600	5	5	DD	DD	F102:44/F102:46	F102:46/F102:44	CBTE
12	6	Black	4.00	F102:46	F102:48	600	5	5	DD	DD	F102:46/F102:48	F102:48/F102:46	CBTE
12	7	Black	4.00	F102:47	X101:28	1414	5	5	DD	DD	F102:47/X101:28	X101:28/F102:47	CBTE
12	8	Grey	2.50	F102:33	X101:14	1273	12	12	DD	DD	F102:33/X101:14	X101:14/F102:33	CBTE
12	9	Grey	2.50	F102:34	X101:16	1299	12	12	DD	DD	F102:34/X101:16	X101:16/F102:34	CBTE
12	10	Grey	2.50	F102:36	X101:13	1297	12	12	DD	DD	F102:36/X101:13	X101:13/F102:36	CBTE
13	1	G / Y	2.50	F102:29	F102:GND	600	12	12	DD	DD	F102:29/F102:GND	F102:GND/F102:29	CBTE
13	2	G / Y	2.50	F102:GND	X101:GND	1154	12	12	DD	DD	F102:GND/X101:GND	X101:GND/F102:GND	CBTE
13	3	Grey	2.50	F102:1	X1:50:b	1567	12	5	DD	DD	F102:1/X1:50	X1:50/F102:1	CBTE
13	4	Grey	2.50	F102:11	X1:40:b	1659	12	5	DD	DD	F102:11/X1:40	X1:40/F102:11	CBTE
13	5	Grey	2.50	F102:12	X101:4	1200	12	12	DD	DD	F102:12/X101:4	X101:4/F102:12	CBTE
13	6	Grey	2.50	F102:14	X101:18	1280	12	12	DD	DD	F102:14/X101:18	X101:18/F102:14	CBTE
13	7	Grey	2.50	F102:15	X1:41:b	1674	12	5	DD	DD	F102:15/X1:41	X1:41/F102:15	CBTE
13	8	Grey	2.50	F102:16	F102:20	600	12	12	DD	DD	F102:16/F102:20	F102:20/F102:16	CBTE
13	9	Grey	2.50	F102:18	X101:20	1310	12	12	DD	DD	F102:18/X101:20	X101:20/F102:18	CBTE
13	10	Grey	2.50	F102:19	F102:23	600	12	12	DD	DD	F102:19/F102:23	F102:23/F102:19	CBTE
13	11	Grey	2.50	F102:22	R102:2	3012	12	5	DD	UU	F102:22/R102	R102/F102:22	CBTE
13	12	Grey	2.50	F102:23	F102:27	600	12	12	DD	DD	F102:23/F102:27	F102:27/F102:23	CBTE
13	13	Grey	2.50	F102:24	XBT.dc:5:a	1930	12	5	DD	UU	F102:24/XBT.dc:5	XBT.dc:5/F102:24	CBTE
13	14	Grey	2.50	F102:26	XBT.dc:8:a	1925	12	5	DD	UU	F102:26/XBT.dc:8	XBT.dc:8/F102:26	CBTE
13	15	Grey	2.50	F102:27	X101:15	1323	12	12	DD	DD	F102:27/X101:15	X101:15/F102:27	CBTE
13	16	Grey	2.50	F102:28	XBT.dc:10:a	1925	12	5	DD	UU	F102:28/XBT.dc:10	XBT.dc:10/F102:28	CBTE
13	17	Grey	2.50	F102:3	F102:7	600	12	12	DD	DD	F102:3/F102:7	F102:7/F102:3	CBTE
13	18	Grey	2.50	F102:3	X1:36:b	1635	12	5	DD	DD	F102:3/X1:36	X1:36/F102:3	CBTE
13	19	Grey	2.50	F102:5	X1:39:b	1634	12	5	DD	DD	F102:5/X1:39	X1:39/F102:5	CBTE
13	20	Grey	2.50	F102:7	F102:9	600	12	12	DD	DD	F102:7/F102:9	F102:9/F102:7	CBTE
13	21	Grey	2.50	F102:8	F102:20	1093	12	12	DD	DD	F102:8/F102:20	F102:20/F102:8	CBTE
13	22	Grey	2.50	F102:8	X101:2	1170	12	12	DD	DD	F102:8/X101:2	X101:2/F102:8	CBTE
13	23	Grey	2.50	F102:9	F102:13	1073	12	12	DD	DD	F102:9/F102:13	F102:13/F102:9	CBTE

Tabela 58 - Cablagens (Feixes 14-16)

14	1 Red	4.00	X102:21	X31:301:a	1881	5	5	DD	UU	X102:21/X31:301	X31:301/X102:21	CBTE
14	2 Yellow	4.00	X102:23	X31:304:a	1862	5	5	DD	UU	X102:23/X31:304	X31:304/X102:23	CBTE
14	3 Blue	4.00	X102:25	X31:307:a	1838	5	5	DD	UU	X102:25/X31:307	X31:307/X102:25	CBTE
14	4 Black	4.00	X102:27	X31:311:a	1810	5	5	DD	UU	X102:27/X31:311	X31:311/X102:27	CBTE
14	5 Black	4.00	X31:303:a	X31:311:a	600	5	5	UU	UU	X31:303/X31:311	X31:311/X31:303	CBT
14	6 G / Y	2.50	X102:GND	X101:GND	600	12	12	DD	DD	X102:GND/X101:GND	X101:GND/X102:GND	CBTE
14	7 G / Y	2.50	X102:GND	XBT.ac:35:a	2072	12	5	DD	UU	X102:GND/XBT.ac:35	XBT.ac:35/X102:GND	CBTE
14	8 Grey	2.50	X102:1	XBT.dc:2:b	2412	12	5	DD	DD	X102:1/XBT.dc:2	XBT.dc:2/X102:1	CBTE
14	9 Grey	2.50	X102:3	XBT:4:b	1867	12	5	DD	DD	X102:3/XBT:4	XBT:4/X102:3	CBTE
14	10 Grey	2.50	X102:5	X102:13	600	12	12	DD	DD	X102:5/X102:13	X102:13/X102:5	CBTE
14	11 Grey	2.50	X102:13	XBT.dc:23:a	1576	12	5	DD	UU	X102:13/XBT.dc:23	XBT.dc:23/X102:13	CBTE
14	12 Grey	2.50	X102:15	XBT.dc:26:a	1565	12	5	DD	UU	X102:15/XBT.dc:26	XBT.dc:26/X102:15	CBTE
14	13 Grey	2.50	X102:17	XBT:5:b	1850	12	5	DD	DD	X102:17/XBT:5	XBT:5/X102:17	CBTE
15	1 Red	2.50	F102:69	X101:6	1239	12	12	DD	DD	F102:69/X101:6	X101:6/F102:69	CBTE
15	2 Yellow	2.50	F102:71	X101:8	1258	12	12	DD	DD	F102:71/X101:8	X101:8/F102:71	CBTE
15	3 Blue	2.50	F102:73	X101:10	1279	12	12	DD	DD	F102:73/X101:10	X101:10/F102:73	CBTE
15	4 Black	2.50	F102:70	F102:72	600	12	12	DD	DD	F102:70/F102:72	F102:72/F102:70	CBTE
15	5 Black	2.50	F102:72	F102:74	600	12	12	DD	DD	F102:72/F102:74	F102:74/F102:72	CBTE
15	6 Black	2.50	F102:74	X101:12	1273	12	12	DD	DD	F102:74/X101:12	X101:12/F102:74	CBTE
16	1 Red	4.00	X101:21	X31:321:a	1874	5	5	DD	UU	X101:21/X31:321	X31:321/X101:21	CBTE
16	2 Red	2.50	X101:5	Q402:2	2018	12	5	DD	DD	X101:5/Q402:2	Q402:2/X101:5	CBTE
16	3 Yellow	4.00	X101:23	X31:323:a	1870	5	5	DD	UU	X101:23/X31:323	X31:323/X101:23	CBTE
16	4 Yellow	2.50	X101:7	Q402:4	2011	12	5	DD	DD	X101:7/Q402:4	Q402:4/X101:7	CBTE
16	5 Blue	4.00	X101:25	X31:325:a	1863	5	5	DD	UU	X101:25/X31:325	X31:325/X101:25	CBTE
16	6 Blue	2.50	X101:9	Q402:6	2003	12	5	DD	DD	X101:9/Q402:6	Q402:6/X101:9	CBTE
16	7 Black	4.00	X101:27	X31:328:a	1849	5	5	DD	UU	X101:27/X31:328	X31:328/X101:27	CBTE
16	8 Black	4.00	X31:322:a	X31:328:a	600	5	5	UU	UU	X31:322/X31:328	X31:328/X31:322	CBT
16	9 Black	2.50	X101:11	X42:408:b	1666	12	5	DD	DD	X101:11/X42:408	X42:408/X101:11	CBTE
16	10 Grey	2.50	Q206:2	XBT.dc:26:b	1290	5	5	DD	DD	Q206:2/XBT.dc:26	XBT.dc:26/Q206:2	CBT
16	11 Grey	2.50	X101:1	XBT.dc:2:a	1651	12	5	DD	UU	X101:1/XBT.dc:2	XBT.dc:2/X101:1	CBTE
16	12 Grey	2.50	X101:3	XBT:7:b	1828	12	5	DD	DD	X101:3/XBT:7	XBT:7/X101:3	CBTE
16	13 Grey	2.50	X101:13	XBT.dc:22:a	1624	12	5	DD	UU	X101:13/XBT.dc:22	XBT.dc:22/X101:13	CBTE
16	14 Grey	2.50	X101:15	Q206:2	1541	12	5	DD	DD	X101:15/Q206:2	Q206:2/X101:15	CBTE
16	15 Grey	2.50	X101:17	XBT:6:b	1905	12	5	DD	DD	X101:17/XBT:6	XBT:6/X101:17	CBTE

Tabela 59 Cablagens (Feixes 17-18)

17	1	G / Y	2.50	P102:GND	XBT.ac:35:b	1161	5	5	UU	DD	P102:GND/XBT.ac:35	XBT.ac:35/P102:GND	CBT
17	2	Black	2.50	B100:A1	B100:13	600	5	5	UU	DD	B100:A1/B100:13	B100:13/B100:A1	CBT
17	3	Black	2.50	B100:A2	XBT.ac:7:a	600	5	5	UU	UU	B100:A2/XBT.ac:7	XBT.ac:7/B100:A2	CBT
17	4	Black	2.50	B101:6	B101:Supply ~	659	5	5	UU	DD	B101:6/B101:Supply ~	B101:Supply ~/B101:6	CBT
17	5	Black	2.50	B101:6	XBT.ac:2:a	600	5	5	UU	UU	B101:6/XBT.ac:2	XBT.ac:2/B101:6	CBT
17	6	Black	2.50	B101:9	XBT.ac:16:a	600	5	5	UU	UU	B101:9/XBT.ac:16	XBT.ac:16/B101:9	CBT
17	7	Black	2.50	B100:13	XBT.ac:2:b	600	5	5	DD	DD	B100:13/XBT.ac:2	XBT.ac:2/B100:13	CBT
17	8	Grey	2.50	C101:1	P102:+	913	5	5	UU	DD	C101:1/P102:+	P102:+/C101:1	CBT
17	9	Grey	2.50	C101:2	P102:-	908	5	5	UU	DD	C101:2/P102:-	P102:-/C101:2	CBT
17	10	Grey	2.50	Q203:1	Q204:1	600	5	5	UU	UU	Q203:1/Q204:1	Q204:1/Q203:1	CBT
17	11	Grey	2.50	Q203:1	X0.dc:4:b	985	5	5	UU	DD	Q203:1/X0.dc:4	X0.dc:4/Q203:1	CBT
17	12	Grey	2.50	Q203:3	Q204:3	600	5	5	UU	UU	Q203:3/Q204:3	Q204:3/Q203:3	CBT
17	13	Grey	2.50	Q203:3	X0.dc:2:b	1015	5	5	UU	DD	Q203:3/X0.dc:2	X0.dc:2/Q203:3	CBT
17	14	Grey	2.50	Q203:11	Q204:11	600	2	5	UU	UU	Q203:11/Q204:11	Q204:11/Q203:11	CBT
17	15	Grey	2.50	Q203:11	X1:37:b	1591	5	5	UU	DD	Q203:11/X1:37	X1:37/Q203:11	CBT
17	16	Grey	2.50	Q204:1	Q205:1	600	5	5	UU	UU	Q204:1/Q205:1	Q205:1/Q204:1	CBT
17	17	Grey	2.50	Q204:3	Q205:3	600	5	5	UU	UU	Q204:3/Q205:3	Q205:3/Q204:3	CBT
17	18	Grey	2.50	Q204:11	Q205:11	600	2	5	UU	UU	Q204:11/Q205:11	Q205:11/Q204:11	CBT
17	19	Grey	2.50	Q205:1	Q206:1	600	5	5	UU	UU	Q205:1/Q206:1	Q206:1/Q205:1	CBT
17	20	Grey	2.50	Q205:3	Q206:3	600	5	5	UU	UU	Q205:3/Q206:3	Q206:3/Q205:3	CBT
17	21	Grey	2.50	Q205:11	Q206:11	600	2	5	UU	UU	Q205:11/Q206:11	Q206:11/Q205:11	CBT
17	22	Grey	2.50	XBT:8:a	XBT.dc:4:b	1037	5	5	UU	DD	XBT:8/XBT.dc:4	XBT.dc:4/XBT:8	CBT
18	1	Black	2.50	B101:Supply N	XBT.ac:9:a	770	5	5	DD	UU	B101:Supply N/XBT.ac:9	XBT.ac:9/B101:Supply N	CBT
18	2	Grey	2.50	C101:3	XBT.dc:18:a	600	5	5	DD	UU	C101:3/XBT.dc:18	XBT.dc:18/C101:3	CBT
18	3	Grey	2.50	C101:4	XBT.dc:14:b	1044	5	5	DD	DD	C101:4/XBT.dc:14	XBT.dc:14/C101:4	CBT
18	4	Grey	2.50	Q203:2	XBT.dc:9:b	1091	5	5	DD	DD	Q203:2/XBT.dc:9	XBT.dc:9/Q203:2	CBT
18	5	Grey	2.50	Q203:12	Q204:12	600	2	5	DD	DD	Q203:12/Q204:12	Q204:12/Q203:12	CBT
18	6	Grey	2.50	Q203:12	X1:49:b	1085	5	5	DD	DD	Q203:12/X1:49	X1:49/Q203:12	CBT
18	7	Grey	2.50	Q204:12	Q205:12	600	2	5	DD	DD	Q204:12/Q205:12	Q205:12/Q204:12	CBT
18	8	Grey	2.50	Q204:2	XBT.dc:32:a	600	5	5	DD	UU	Q204:2/XBT.dc:32	XBT.dc:32/Q204:2	CBT
18	9	Grey	2.50	Q204:4	XBT.dc:31:a	600	5	5	DD	UU	Q204:4/XBT.dc:31	XBT.dc:31/Q204:4	CBT
18	10	Grey	2.50	Q205:2	K71:A2	600	5	5	DD	UU	Q205:2/K71:A2	K71:A2/Q205:2	CBT
18	11	Grey	2.50	Q205:2	XBT.dc:16:b	1210	5	5	DD	DD	Q205:2/XBT.dc:16	XBT.dc:16/Q205:2	CBT
18	12	Grey	2.50	Q205:12	Q206:12	600	2	5	DD	DD	Q205:12/Q206:12	Q206:12/Q205:12	CBT

Tabela 60 Cablagens (Feixes 19-22)

19	1 Yellow	4.00	X31:333:a	X31:351:a	600	5	5	UU	UU	X31:333/X31:351	X31:351/X31:333	CBT
19	2 Black	4.00	X31:306:a	X31:310:a	600	5	5	UU	UU	X31:306/X31:310	X31:310/X31:306	CBT
19	3 Black	4.00	X31:324:a	X31:327:a	600	5	5	UU	UU	X31:324/X31:327	X31:327/X31:324	CBT
19	4 Black	4.00	X31:334:a	X31:337:a	600	5	5	UU	UU	X31:334/X31:337	X31:337/X31:334	CBT
19	5 Grey	2.50	K51:A2	XBT.dc:9:a	600	5	5	UU	UU	K51:A2/XBT.dc:9	XBT.dc:9/K51:A2	CBT
19	6 Grey	2.50	K71:A1	K71:B1	600	5	5	UU	DD	K71:A1/K71:B1	K71:B1/K71:A1	CBT
19	7 Grey	2.50	XBT.dc:3:a	R102:1	1515	5	5	UU	UU	XBT.dc:3/R102	R102/XBT.dc:3	CBT
19	8 Grey	2.50	XBT.dc:4:a	R101:1	1521	5	5	UU	UU	XBT.dc:4/R101	R101/XBT.dc:4	CBT
19	9 Grey	2.50	XBT.dc:24:a	X0:1:b	1022	5	5	UU	DD	XBT.dc:24/X0:1	X0:1/XBT.dc:24	CBT
19	10 Grey	2.50	XBT.dc:27:a	F103.CPW:-	1398	5	5	UU	DD	XBT.dc:27/F103.CPW:-	F103.CPW:-/XBT.dc:27	CBT
19	11 Grey	2.50	XBT.dc:33:a	R101:2	1533	5	5	UU	UU	XBT.dc:33/R101	R101/XBT.dc:33	CBT
20	1 G / Y	4.00	X31:310:b	XBT.ac:31:a	600	5	5	DD	UU	X31:310/XBT.ac:31	XBT.ac:31/X31:310	CBT
20	2 G / Y	4.00	X31:327:b	XBT.ac:32:b	801	5	5	DD	DD	X31:327/XBT.ac:32	XBT.ac:32/X31:327	CBT
20	3 G / Y	4.00	X31:337:b	XBT.ac:33:b	872	5	5	DD	DD	X31:337/XBT.ac:33	XBT.ac:33/X31:337	CBT
20	4 Black	2.50	K71:15	Q202:4	732	5	5	DD	DD	K71:15/Q202:4	Q202:4/K71:15	CBT
20	5 Grey	2.50	K51:18	XBT.dc:6:b	600	5	5	DD	DD	K51:18/XBT.dc:6	XBT.dc:6/K51:18	CBT
20	6 Grey	2.50	XBT.dc:1:b	XBT.dc:31:b	600	5	5	DD	DD	XBT.dc:1/XBT.dc:31	XBT.dc:31/XBT.dc:1	CBT
20	7 Grey	2.50	XBT.dc:23:b	F103.CPW:com	1559	5	5	DD	DD	XBT.dc:23/F103.CPW:com	F103.CPW:com/XBT.dc:23	CBT
21	1 Red	2.50	Q401:1	Q402:1	600	5	5	UU	UU	Q401:1/Q402:1	Q402:1/Q401:1	CBT
21	2 Red	2.50	X41:401:a	Q401:1	844	5	5	UU	UU	X41:401/Q401:1	Q401:1/X41:401	CBT
21	3 Yellow	2.50	Q401:3	Q402:3	600	5	5	UU	UU	Q401:3/Q402:3	Q402:3/Q401:3	CBT
21	4 Yellow	2.50	X41:402:a	Q401:3	836	5	5	UU	UU	X41:402/Q401:3	Q401:3/X41:402	CBT
21	5 Blue	2.50	Q401:5	Q402:5	600	5	5	UU	UU	Q401:5/Q402:5	Q402:5/Q401:5	CBT
21	6 Blue	2.50	X41:403:a	Q401:5	825	5	5	UU	UU	X41:403/Q401:5	Q401:5/X41:403	CBT
21	7 Black	2.50	X41:404:a	X42:407:b	849	5	5	UU	DD	X41:404/X42:407	X42:407/X41:404	CBT
21	8 Black	2.50	XBT.ac:21:a	Q201:4	600	5	5	UU	DD	XBT.ac:21/Q201:4	Q201:4/XBT.ac:21	CBT
21	9 Black	2.50	XBT.ac:22:a	Q201:2	600	5	5	UU	DD	XBT.ac:22/Q201:2	Q201:2/XBT.ac:22	CBT
21	10 G / Y	2.50	XBT.ac:36:a	F103.CPW:GND	1248	5	5	UU	DD	XBT.ac:36/F103.CPW:GND	F103.CPW:GND/XBT.ac:36	CBT
22	1 Red	2.50	X42:401:b	Q401:2	775	5	5	DD	DD	X42:401/Q401:2	Q401:2/X42:401	CBT
22	2 Yellow	2.50	X42:403:b	Q401:4	765	5	5	DD	DD	X42:403/Q401:4	Q401:4/X42:403	CBT
22	3 Blue	2.50	X42:405:b	Q401:6	759	5	5	DD	DD	X42:405/Q401:6	Q401:6/X42:405	CBT
22	4 Black	2.50	XBT.ac:21:b	XBT.ac:1:b	1016	5	5	DD	DD	XBT.ac:21/XBT.ac:1	XBT.ac:1/XBT.ac:21	CBT
22	5 Black	2.50	XBT.ac:22:b	XBT.ac:6:b	1012	5	5	DD	DD	XBT.ac:22/XBT.ac:6	XBT.ac:6/XBT.ac:22	CBT
22	6 Grey	2.50	Q201:12	Q202:12	600	2	5	DD	DD	Q201:12/Q202:12	Q202:12/Q201:12	CBT
22	7 Grey	2.50	X1:47:b	Q201:12	967	5	5	DD	DD	X1:47/Q201:12	Q201:12/X1:47	CBT

Tabela 61 - Cablagens (Feixes 23-25)

23	1	Black	2.50	X0.ac:4:b	Q201:1	600	5	5	DD	UU	X0.ac:4/Q201:1	Q201:1/X0.ac:4	CBT
23	2	Black	2.50	X0.ac:2:b	Q201:3	600	5	5	DD	UU	X0.ac:2/Q201:3	Q201:3/X0.ac:2	CBT
23	3	Black	2.50	XBT.ac:1:a	S100:2	2093	5	19	UU	UU	XBT.ac:1/S100:2	S100:2/XBT.ac:1	CBT
23	4	Black	2.50	Q201:1	Q202:1	600	5	5	UU	UU	Q201:1/Q202:1	Q202:1/Q201:1	CBT
23	5	Black	2.50	Q201:3	Q202:3	600	5	5	UU	UU	Q201:3/Q202:3	Q202:3/Q201:3	CBT
23	6	Grey	2.50	F103.CPW:+	F103.CPW:com	600	5	5	DD	DD	F103.CPW:+/F103.CPW:com	F103.CPW:com/F103.CPW:+	CBT
24	1	Red	4.00	T301:1S1	X31:301:b	4160	5	5	DD	DD	T301:1S1/X31:301	X31:301/T301:1S1	CCC
24	2	Red	4.00	T301:1S2	X31:302:b	4160	5	5	DD	DD	T301:1S2/X31:302	X31:302/T301:1S2	CCC
24	3	Red	4.00	T301:1S3	X31:303:b	4160	5	5	DD	DD	T301:1S3/X31:303	X31:303/T301:1S3	CCC
24	4	Red	4.00	T301:2S1	X31:321:b	4300	5	5	DD	DD	T301:2S1/X31:321	X31:321/T301:2S1	CCC
24	5	Red	4.00	T301:2S2	X31:322:b	4300	5	5	DD	DD	T301:2S2/X31:322	X31:322/T301:2S2	CCC
24	6	Red	4.00	T301:3S1	X31:331:b	3900	5	5	DD	DD	T301:3S1/X31:331	X31:331/T301:3S1	CCC
24	7	Red	4.00	T301:3S2	X31:332:b	3900	5	5	DD	DD	T301:3S2/X31:332	X31:332/T301:3S2	CCC
24	8	Yellow	4.00	T302:1S1	X31:304:b	4160	5	5	DD	DD	T302:1S1/X31:304	X31:304/T302:1S1	CCC
24	9	Yellow	4.00	T302:1S2	X31:305:b	4160	5	5	DD	DD	T302:1S2/X31:305	X31:305/T302:1S2	CCC
24	10	Yellow	4.00	T302:1S3	X31:306:b	4160	5	5	DD	DD	T302:1S3/X31:306	X31:306/T302:1S3	CCC
24	11	Yellow	4.00	T302:2S1	X31:323:b	4300	5	5	DD	DD	T302:2S1/X31:323	X31:323/T302:2S1	CCC
24	12	Yellow	4.00	T302:2S2	X31:324:b	4300	5	5	DD	DD	T302:2S2/X31:324	X31:324/T302:2S2	CCC
24	13	Yellow	4.00	T302:3S1	X31:333:b	3900	5	5	DD	DD	T302:3S1/X31:333	X31:333/T302:3S1	CCC
24	14	Yellow	4.00	T302:3S2	X31:334:b	3900	5	5	DD	DD	T302:3S2/X31:334	X31:334/T302:3S2	CCC
24	15	Blue	4.00	T303:1S1	X31:307:b	4160	5	5	DD	DD	T303:1S1/X31:307	X31:307/T303:1S1	CCC
24	16	Blue	4.00	T303:1S2	X31:308:b	4160	5	5	DD	DD	T303:1S2/X31:308	X31:308/T303:1S2	CCC
24	17	Blue	4.00	T303:1S3	X31:309:b	4160	5	5	DD	DD	T303:1S3/X31:309	X31:309/T303:1S3	CCC
24	18	Blue	4.00	T303:2S1	X31:325:b	4300	5	5	DD	DD	T303:2S1/X31:325	X31:325/T303:2S1	CCC
24	19	Blue	4.00	T303:2S2	X31:326:b	4300	5	5	DD	DD	T303:2S2/X31:326	X31:326/T303:2S2	CCC
24	20	Blue	4.00	T303:3S1	X31:335:b	3900	5	5	DD	DD	T303:3S1/X31:335	X31:335/T303:3S1	CCC
24	21	Blue	4.00	T303:3S2	X31:336:b	3900	5	5	DD	DD	T303:3S2/X31:336	X31:336/T303:3S2	CCC
24	22	G / Y	4.00	GND	XBT.ac:31:b	4300	5	5	DD	DD	GND/XBT.ac:31	XBT.ac:31/GND	CCC
25	1	Grey	4.00	NP_X0.dc:1	X0.dc:2:a	1400	5	5	UU	UU	X0.dc:1/X0.dc:2	X0.dc:2/X0.dc:1	CG
25	2	Grey	4.00	NP_X0.dc:3	X0.dc:4:a	1400	5	5	UU	UU	X0.dc:3/X0.dc:4	X0.dc:4/X0.dc:3	CG
25	3	Black	2.50	NP_X0.ac:1	X0.ac:2:a	1400	5	5	UU	UU	X0.ac:1/X0.ac:2	X0.ac:2/X0.ac:1	CG
25	4	Black	2.50	NP_X0.ac:3	X0.ac:4:a	1400	5	5	UU	UU	X0.ac:3/X0.ac:4	X0.ac:4/X0.ac:3	CG

Anexo 3 – A Nave Fabril OPF

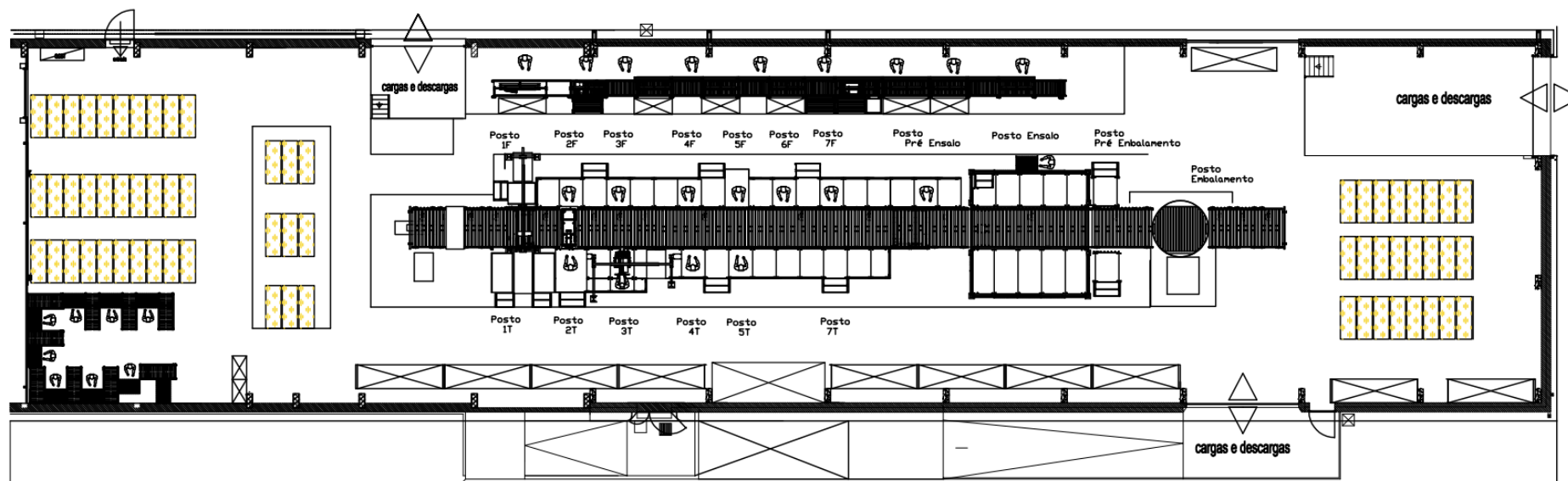


Figura 54 - Planta Nave Fabril OPF