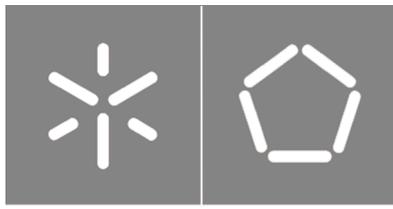


**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Paulo Alexandre Lucas Mónica Modesto

**Redução do tempo de setup numa linha  
de produção de revestimentos de luvas têxteis.**





**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Paulo Alexandre Lucas Mónica Modesto

**Redução do tempo de setup numa linha  
de produção de revestimentos de luvas têxteis.**

Tese de Mestrado  
Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor Doutor José Dinis de Araújo Carvalho**

página deixada intencionalmente em branco

## DECLARAÇÃO

Nome: Paulo Alexandre Lucas Mónica Modesto

Endereço eletrónico: paulomonika@gmail.com

Telefone: +351 91 887 47 83

Cartão de Cidadão n.º 6 989 006

Título da dissertação: Redução do tempo de setup numa linha de produção de revestimentos de luvas têxteis.

Orientador: Professor Doutor José Dinis de Araújo Carvalho

Ano de conclusão: 2018

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho: 30 de outubro 2018

Assinatura:

página deixada intencionalmente em branco

## Agradecimentos

O meu primeiro agradecimento é dedicado ao meu orientador da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Professor Dr. José Dinis Carvalho, pela sua disponibilidade, orientações críticas, partilha do saber e palavras de incentivo para continuar a dar o melhor de mim mesmo.

Ao meu orientador na empresa, Eng.º João Bento, diretor do BPI – *Business Process Improvement*, pela forma como me acolheu, pela disponibilidade pelo conhecimento partilhado, recomendações, interesse e atenção demonstrada nos desafios que surgiram ao longo de cada fase do projeto.

À Universidade do Minho que se continua a notabilizar pela superior qualidade do seu ensino, investigação científica e tecnológica e que continua a preparar os seus alunos ao mais alto nível para responder aos desafios que hoje se colocam à sociedade e ao mundo. Foi muito gratificante ter sido aluno da Uminho, que me acolheu e abriu janelas de oportunidades ao longo do mestrado, que me fez acreditar e trabalhar afincadamente e que me ajudou nesta conquista contribuindo para que esta tarefa se tornasse na concretização de um sonho.

A todos os docentes do departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho sem exceção que conseguiram abrir-me novos horizontes ao melhorar, ampliar e desafiar o meu conhecimento. Um agradecimento especial ao Professor Dr. Filipe Alvelos pela sua compreensão ao permitir que alterasse o assunto da minha dissertação.

A todos os colaboradores da Ansell Portugal e às equipas da Linha de Produção - LP7, com quem partilhei muitas noites de trabalho e que contribuíram com as suas opiniões sinceras e espírito colaborativo que se traduziram na “alma” deste trabalho. É a eles que dedico este trabalho com a esperança de que a solução apresentada, para além de tudo, possa unir mais os colaboradores, contribuir para a integração dos mais jovens, fomentar o espírito de grupo, aligeirar o “hardwork” e aliar esforços para continuar a melhorar a forma de trabalhar.

Por último, um agradecimento especial àqueles que me acompanharam ao longo deste projeto e que com o seu tempo e sorriso me estimularam emocional e intelectualmente dando-me a força necessária para a finalização desta dissertação.

À minha mãe, aos meus filhos que sofreram pela minha ausência e à Teresa Machado que sempre esteve aqui, com alegria, amor e atenção sem reservas.

O que move o mundo são as forças e que sorte que foi em encontrar-vos!  
Só me posso sentir feliz por isso.

Obrigado.

*“Valeu a pena? Tudo vale a pena  
Se a alma não é pequena  
Quem quer passar além do Bojador  
Tem que passar além da dor.  
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,  
Mas nele é que espelhou o céu”.*

Fernando Pessoa (1888-1935)

## Resumo

Os modelos económicos e sociais exigem atualmente um reforço da competitividade da atividade industrial. A indústria, tenta diariamente encontrar soluções para otimizar os seus recursos e melhorar o desempenho operacional dos seus processos. Num esforço pela melhoria de competitividade, a função produção tem sobressaído nas áreas organizacionais pela expressiva melhoria do desempenho organizacional e pela introdução de novas abordagens de gestão industrial. Neste contexto, surgem abordagens metodológicas como o *Lean Management* que tem por objetivo melhorar processos racionalizando fluxos, removendo desperdícios e enfatizando ganhos em rapidez e eficiência através do desenvolvimento de competências, alterações na cultura e no desenvolvimento sustentado dos processos de melhoria contínua das organizações.

O projeto aqui formalizado, no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial da Universidade do Minho, descreve a solução encontrada para o desafio proposto pela Ansell Portugal, Industrial Gloves Lda., com o objetivo de reduzir o tempo de *setup* numa linha de produção de revestimento de luvas têxteis com borracha nitrílica (NBR).

A metodologia de investigação-ação, a par da revisão bibliográfica e em articulação com as técnicas do *Lean Management* nomeadamente, SMED (*Single Minute Exchange of Die*), 5S, Gestão Visual e métodos estatísticos, procuram o conhecimento adequado para a análise e compreensão dos problemas, tomadas de decisão e de identificação de soluções estruturadas para o projeto.

A solução implementada apoia-se num modelo de trabalho organizado, que incrementou a produção em cerca de 14,2%, correspondente a ganhos de 53.740 € mensais, aumentou o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) do equipamento em 12 pontos percentuais, e reduziu o tempo de *setup* em 95,1% face ao estado inicial.

O projeto provou que solução para o problema esteve sempre com os que com ele lidam diariamente e que nem sempre é necessário consumir recursos e fazer investimentos para se atingirem resultados significativos com grande impacto na vida das organizações.

Palavras-chave: *Lean Management*, SMED, Setup, Gestão Visual, Melhoria Contínua.

página deixada intencionalmente em branco

## **Abstract**

Economic and social models currently require a strengthening of the industrial activity competitiveness. The industry tries daily to find solutions to optimize its resources and improve the production function that has excelled in organizational areas by significantly enhancing the organizational performance and introducing new approaches to industrial management. In this context, there are methodological approaches, such as Lean Management, that aims to improve processes by streamlining flows, removing waste and emphasizing gains in speed and efficiency through the development of skills, changes in culture, and the sustained progress of continuous improvement processes of the organizations.

The project formalized here, within the scope of the MSc in Industrial Engineering at the University of Minho, describes the solution found for the challenge proposed by Ansell Portugal, Industrial Gloves Ltd., in order to reduce the setup time in a production textile line of gloves coating with nitrile rubber (NBR).

The research-action methodology, together with the bibliographic review and in articulation with the Lean Management techniques, namely SMED (Single Minute Exchange of Die), 5S, Visual Management and statistical methods, seek the adequate knowledge for the analysis and understanding of the problems, decision-making, and identification of structured solutions for the project.

The implemented solution is based on an organized work model that increased production by around 14,2%, corresponding to gains of € 53,740 per month, increased the equipment's Overall Equipment Efficiency (OEE) by 12 percentage points, and reduced the setup time by 95.1% over the initial state.

The project has proven that the solution to the problem has always been with those who deal with it daily, and it is not always necessary to consume resources, or make investments, to achieve significant results with a great impact on the life of the organizations.

**Keywords:** Lean Management, SMED, Setup, Visual Management, Continuous Improvement.

página deixada intencionalmente em branco

# Índice

	pág.
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos .....	3
1.3 Metodologia .....	3
1.4 Estrutura do documento.....	7
<b>2. Revisão bibliográfica</b> .....	<b>9</b>
2.1 Lean Management .....	9
2.2 Ferramentas do Lean Management utilizadas no projeto.....	11
2.2.1 Brainstorming.....	11
2.2.2 Gestão Visual.....	11
2.2.3 Value Stream Mapping (VSM) .....	12
2.2.4 Standard Work.....	13
2.2.5 5S (Cinco S).....	14
2.2.6 Single Minute Exchange of Die (SMED).....	14
2.2.7 Técnicas de apoio à implementação do SMED .....	20
<b>3. Descrição da empresa</b> .....	<b>21</b>
3.1 Apresentação e breve história da Ansell Portugal .....	21
3.2 Grupo Ansell Limited .....	24
3.3 A melhoria contínua .....	28
3.4 Organização da produção.....	28
3.5 Análise SWAT .....	31
<b>4. Análise do processo e definição do projeto</b> .....	<b>33</b>
4.1 Análise do processo.....	33
4.1.1 SIPOC do processo de produção na linha de revestimentos LP7.....	33
4.1.2 Linha de produção LP7 .....	35
4.1.3 Fluxo de produção do artigo N1000 na linha de produção LP7.....	41
4.1.4 Fluxo de produção do artigo Swan Cut na linha de produção LP7.....	42
4.1.5 Setup do artigo N1000 para o artigo Swan Cut na linha de produção LP7 .....	43
4.1.6 VSM – Value Stream Mapping.....	45
4.2 Definição do projeto .....	47
4.2.1 Descrição do problema .....	47
4.2.2 Objetivo e metas do projeto .....	47

	pág.
4.2.3 Descrição do projeto .....	47
4.2.4 Impacto para o negócio .....	48
4.2.5 Âmbito do projeto .....	48
4.2.6 Indicadores do projeto .....	48
4.2.7 Constituição da equipa .....	49
4.2.8 Ficha do projeto .....	50
4.2.9 Planeamento .....	50
<b>5. Implementação do SMED .....</b>	<b>53</b>
5.1 Estágio Preliminar .....	53
5.1.1 Definição do processo de medição .....	54
5.1.2 Definições operacionais .....	54
5.1.3 Recolha de dados - Metodologia .....	54
5.1.4 Validação dos dados recolhidos .....	55
5.1.5 Observação do processo .....	55
5.1.6 Mapa do processo .....	58
5.1.7 Diagrama Spaguetti .....	61
5.1.8 Análise do processo .....	63
5.1.9 Indicadores do estado inicial do processo .....	74
5.1.10 Análise do potencial de melhoria do processo .....	74
5.1.11 Diagnóstico de análise do estado inicial do processo .....	77
5.1.12 Apresentação dos dados aos stakeholders do projeto .....	79
5.1.13 Tarefas críticas da máquina .....	82
5.1.14 Plano de ações imediatas .....	85
5.1.15 Organização dos dados .....	87
5.1.16 Operações variáveis .....	90
5.1.17 Tempo de processamento .....	91
5.1.18 Análise estatística das tarefas de mudança de barras .....	95
5.1.19 Análise estatística dos dados .....	95
5.2 Estágio 1 .....	100
5.2.1 Análise das operações .....	101
5.2.2 Melhoria de transporte de meios e utensílios .....	101
5.2.3 Implementação de 5S .....	102
5.2.4 Classificação das operações internas e externas .....	103
5.2.5 Equacionar soluções para o Problema .....	104

	<b>pág.</b>
5.3 Estágio 2 .....	104
5.3.1 Preparação de condições operacionais .....	105
5.3.2 Procura de soluções e conversão de operações .....	105
5.4 Estágio 3 .....	113
5.4.1 Racionalização das operações .....	113
5.4.2 Reorganização das operações e sequências.....	115
5.4.3 Implementação de ações paralelas.....	115
5.5. Implementação das ações SMED .....	115
<b>6. Implementação de ações de controlo .....</b>	<b>127</b>
6.1 Ações de controlo .....	127
6.2 Gestão Visual – Yamazumi Charts .....	128
6.3 Check-list de autocontrolo.....	132
6.4 Sistemas Andon .....	138
6.5 Standard work .....	138
<b>7. Quantificação das melhorias.....</b>	<b>143</b>
7.1 Resultados das melhorias.....	143
7.2 Monitorização do projeto .....	152
<b>8. Conclusões e trabalhos futuros.....</b>	<b>159</b>
8.1 Conclusão .....	159
8.2 Melhorias e trabalhos futuros .....	160
<b>9. Bibliografia.....</b>	<b>163</b>
<b>10. Anexos.....</b>	<b>167</b>

## **Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos**

EPI's – Equipamentos de proteção individual

FPY – First Pass Yield

KPI – Key Performance Indicator

KPR – Key Performance Results

LP7 - Linha de Produção 7

NBR - Nitrile Butadiene Rubber (Borracha de Nitrilo Butadieno)

NP – Norma Portuguesa

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PU – Poliuretano

PVC - Polyvinyl chloride (Cloro de polivinilo)

SMED - Single Minute Exchange of Die

SGS – Société Générale de Surveillance

## Índice de figuras

	pág.
Figura 1: Exemplo de quadro Andon e Yamazumi chart.....	12
Figura 2: Standard operations chart.....	13
Figura 3: Evolução dos Estágios do método SMED.....	18
Figura 4: Saída de linha representativa durante a mudança. ....	19
Figura 5: Ansell Portugal, vista aérea .....	21
Figura 6: A Ansell no Mundo. ....	25
Figura 7: Proteção individual para indústria aeronáutica. ....	26
Figura 8: Proteção individual para a saúde. ....	26
Figura 9: Proteção individual para a indústria automóvel. ....	27
Figura 10: Distribuição da percentagem de vendas do Grupo Ansell nas 4 regiões do planeta.....	27
Figura 11: Internacionalização do Grupo Ansell. Fonte: www.ansell.com (2018). ....	28
Figura 12: Layout produtivo da área de dipping. ....	29
Figura 13: Fluxo de produção da área Seamless.....	33
Figura 14: SIPOC do Processo de revestimento de liners da LP7. ....	34
Figura 15: Linha de Produção LP7.....	35
Figura 16: Fluxo e sentido da produção ao longo das estações na LP7. ....	36
Figura 17: Artigo N1000 (Hyflex 11-917) e artigo Swan Cut (Hyflex 11-939) produzidos na LP7. ....	41
Figura 18: Percurso das barras de moldes durante a produção do artigo N1000 na LP7. ....	42
Figura 19: Percurso das barras de moldes durante a produção artigo Swan Cut na LP7. ....	43
Figura 20: Resumo das tarefas de mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut em cada estação da LP7. ....	44
Figura 21: VSM do artigo Hyflex 11-931.....	46
Figura 22: Equação KPI improvement, percentagem de eventos que cumprem o tempo de <i>setup</i> definido. ....	48
Figura 23: Equação para determinação percentual da disponibilidade do equipamento .....	49
Figura 24: Equação para determinação percentual do First Pass Yield do equipamento. ....	49
Figura 25: Equação para determinação percentual do OEE do equipamento. ....	49
Figura 26: Planeamento do projeto. ....	52
Figura 27: Conceitos: Tempo de setup e tempo de changeover .....	53
Figura 28: Project Planner de registo da observação. ....	56
Figura 29: Análise descritiva da observação. ....	57
Figura 30: Cronograma da observação da mudança de artigo na LP7.....	58
Figura 31: Mapa do processo da mudança do artigo N1000 para Swan Cut, fase inicial, LP7. ....	59
Figura 32: Fases definidas para a observação.....	60
Figura 33: Diagrama Spaguetti – Mudança de artigo N1000 para Swan Cut, fase inicial, Lp7.....	62
Figura 34: Gráfico do tempo de <i>setup</i> face ao tempo planeado em minutos e em %. ....	63
Figura 35: Gráfico do período de observação em minutos e em %. ....	63

	pág.
Figura 36: Gráfico das tarefas síncronas e assíncronas em minutos e em % .....	64
Figura 37: Gráfico das tarefas internas e externas em minutos e em % .....	64
Figura 38: Esquema das estações da LP7. Em cima, o piso 1 correspondente aos fornos e zona de descalçamento e em baixo o piso 0, zona de tanques e estufas. Acrescem ainda duas áreas de intervenção: entre a ET2 e ET4 e Externa.....	65
Figura 39: Histograma da distribuição do tempo das tarefas automáticas por estações/áreas. ....	67
Figura 40: Distribuição do tempo das tarefas automáticas por estações na LP7 (em minutos).....	67
Figura 41: Histograma da distribuição do tempo das tarefas manuais por estações/áreas.....	68
Figura 42: Distribuição do tempo das tarefas manuais por estações do equipamento (em minutos). ....	68
Figura 43: Gráfico da distribuição do tempo das tarefas em minutos e em % .....	69
Figura 44: Histograma da distribuição do tempo das tarefas por estações e áreas .....	70
Figura 45: Gráfico da distribuição do tempo das tarefas de operação por estações e áreas. ....	71
Figura 46: Histograma da distribuição do tempo das operações por estações e áreas.....	72
Figura 47: Gráfico da distribuição do número de tarefas quanto ao nível de segurança.....	72
Figura 48: Gráfico da distribuição da variabilidade das tarefas.....	74
Figura 49: Painel de indicadores do estado inicial.....	74
Figura 50: Diagrama do estado inicial do processo e previsão após alterações efetuadas na Fase 4.....	77
Figura 51: Diagrama causa e efeito (ishikawa).....	81
Figura 52: Remoção de sulfato no tanque TQ7.1.....	82
Figura 53: Lavagem do tanque TQ3.....	83
Figura 54: Limpeza da estrutura do equipamento.....	83
Figura 55: Proteção das estruturas do equipamento. ....	84
Figura 56: Limpeza da estrutura do equipamento por sopro de ar.....	84
Figura 57: Conexões de mangueiras.....	85
Figura 58: Gráfico de análise do número de tarefas quanto ao estudo a efetuar.....	88
Figura 59: Projeto de análise de tarefas.....	89
Figura 60: Operação de mudança de barras na LP7.....	90
Figura 61: Distribuição do número de barras ao longo das estações da LP7 (configuração Swan Cut).....	91
Figura 62: Imersão de <i>dipping Palm fit</i> , $\frac{3}{4}$ e <i>Full dip</i> (da esquerda para a direita).....	92
Figura 63: Exemplo do percurso efetuado pelo manipulador de barras de moldes ML3. A velocidade dos manipuladores é igual ao somatório dos tempos dos movimentos 1, 2, 3 e 4.....	92
Figura 64: Estudo dos tempos de percurso das barras ao longo das estações (hh:mm:ss).....	94
Figura 65: Ilustração dos percursos de processamento do artigo e percurso em vazio.....	94
Figura 66: Gráfico de análise de regressão.....	97
Figura 67: Gráfico do teste à normalidade dos dados. ....	98
Figura 68: Cartas de controlo I-AM do estado inicial do processo.....	99
Figura 69: Relatório de capacidade do processo do estado inicial.....	100

	pág.
Figura 70: Check-list de pré-setup. ....	101
Figura 71: Transporte das barras de moldes e de sulfato. ....	102
Figura 72: Delimitação de espaços para meios e utensílios e quadro de ferramenta ....	102
Figura 73: Exemplo do quadro de classificação das operações e da conversão prévia das operações internas em externas. ....	103
Figura 74: Plano de limpeza da LP7 durante mudanças de artigo – Guia Visual. ....	107
Figura 75: Tempo de processamento da LP7 – Na última volta de produção este período carateriza-se pela perda de rendibilidade uma vez que as barras passam sem liners até a totalidade dos artigos serem produzidos. ....	108
Figura 76: Cenário sem interrupção da produção na última volta de produção para a mudança de artigo. ....	109
Figura 77: Cenário com interrupção da produção na última volta de produção para a mudança de artigo. ....	109
Figura 78: Gráfico da estimativa de ganho de tempo do setup sem interrupção da produção vs com interrupção da produção. ....	110
Figura 79: Ponto a partir do qual se poderá interromper a produção, na última volta, por um período controlado. ....	110
Figura 80: Estudo das fases planeadas para ocorrência de tarefas de mudança. ....	111
Figura 81: Classificação e conversão das operações internas em externas. ....	112
Figura 82: Engates rápidos das mangueiras. ....	113
Figura 83: Tanque TQ6 com sistema de remoção automático de resíduos de sulfato (à esquerda). Tanque TQ6 original (à direita). ....	114
Figura 84: Fase 1 – Preparação de materiais. ....	116
Figura 85: Fase 2 – Mudança de barras. ....	116
Figura 86: Fase 3 – Tráfega e remoção do TQ3, tráfega do TQ1 e lavagem dos TQ7.1 e TQ7.2. ....	117
Figura 87: Fase 4 – Operações externas, mudança de barras e enchimento dos tanques TQ1, TQ2, TQ4, TQ7.1 e TQ7.2. ....	118
Figura 88: Fase 5 – Enchimento do TQ3, limpezas, parametrizações e controlos. ....	119
Figura 89: Fase 6 – Início do calçamento dos <i>liners</i> , inspeções e controlo. ....	120
Figura 90: Fase 1 – Guia Visual. ....	121
Figura 91: Fase 2 – Guia Visual. ....	122
Figura 92: Fase 3 – Guia Visual. ....	123
Figura 93: Fase 4 – Guia Visual. ....	124
Figura 94: Fase 5 – Guia Visual. ....	125
Figura 95: Fase 6 – Guia Visual. ....	126
Figura 96: Yamazumi de tarefas da Fase 1. ....	129
Figura 97: Yamazumi das tarefas da Fase 2. ....	129

	pág.
Figura 98: Yamazumi das tarefas da Fase 3. ....	130
Figura 99: Yamazumi das tarefas da Fase 4. ....	130
Figura 100: Yamazumi das tarefas da Fase 5. ....	131
Figura 101: Yamazumi das tarefas da Fase 6. ....	131
Figura 102: Checks-lists de mudança de artigo Fases 1 e 2. ....	133
Figura 103: Checks-lists de mudança de artigo Fases 3 e 4. ....	134
Figura 104: Checks-lists de mudança de artigo Fases 5 e 6. ....	135
Figura 105: Check-list de mudança de artigo de meios e utensílios, ferramentas e EPI's. ....	136
Figura 106: Infografia de utilização de ferramentas na LP7. ....	137
Figura 107: Sistemas Andon instalados para a monitorização da atividade produtiva. ....	138
Figura 108: Standard Work – Fase 3. ....	140
Figura 109: Standard work, enchimento dos tanques TQ1 e TQ2. ....	141
Figura 110: Standard work, enchimento e esvaziamento dos tanques TQ7.1 e TQ7.2. ....	142
Figura 111: Gráfico do número total de tarefas na fase inicial e na fase final do projeto. ....	143
Figura 112: Gráfico do tempo total de tarefas na fase inicial e na fase final do projeto. ....	144
Figura 113: Gráfico do tempo total consumido em operações internas e externas antes e depois do projeto. ....	144
Figura 114: Gráfico do tempo total consumido por estações/áreas da LP7, antes e depois do projeto. ....	145
Figura 115: Gráfico da análise do tempo total das operações classificadas, antes e depois do projeto. ....	146
Figura 116: Gráfico da análise do número de tarefas quanto à segurança. ....	146
Figura 117: Gráfico da análise da contribuição em minutos de trabalho por operador ao longo dos 4 turnos do changeover da fase inicial. ....	147
Figura 118: Gráfico da análise da contribuição em minutos de trabalho por operador ao longo dos 2 turnos do changeover da fase final. ....	148
Figura 119: Gráfico da contribuição em minutos do trabalho por operador ao longo dos 3 turnos em que decorreram as tarefas de mudança. ....	149
Figura 120: Gráfico da contribuição em minutos de trabalho por operador ao longo dos 3 turnos em que decorreram as tarefas de mudança. ....	149
Figura 121: Resultados da redução do tempo de setup: fase inicial vs fase final. ....	150
Figura 122: Painel de indicadores estimados com um setup por semana. ....	151
Figura 123: Gráfico do teste à normalidade da Fase 3 resultante das observações após implementação do projeto. ....	153
Figura 124: Gráfico do teste à normalidade da Fase 5 resultante das observações após implementação do projeto. ....	153
Figura 125: Carta I-AM da Fase 3. ....	154
Figura 126: Carta I-AM da Fase 5. ....	154
Figura 127: Melhorias a implementar a curto-médio prazo na LP7. ....	190

## Índice de tabelas

	pág.
Tabela 1: Identificação do fluxo de produção da família de artigos da LP7. ....	37
Tabela 2: Matriz descritiva de operações de mudança para artigos produzidos na LP7. ....	38
Tabela 3: Operações necessárias para a mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut na LP7. ....	40
Tabela 4: Descrição dos membros da equipa designados para o projeto. ....	50
Tabela 5: Resumo da observação no estado inicial. ....	57
Tabela 6: Resumo das tarefas de mudança resultantes da observação efetuada na LP7. ....	66
Tabela 7: Descrição de operações de risco elevado. ....	73
Tabela 8: Indicadores do estado inicial. ....	75
Tabela 9: Indicadores do estado inicial da Fase 4. ....	75
Tabela 10: Indicadores das tarefas. ....	75
Tabela 11: Indicadores das tarefas após remoção de tarefas inadequadas e inatividades na Fase 4. ....	76
Tabela 12: Indicadores das tarefas de simulação para pré-aquecimento de fornos e estufas na Fase 4. ....	76
Tabela 13: Indicadores simulados para ponto de partida. ....	76
Tabela 14: Estatística descritiva de tarefas relativas à mudança de barras. ....	95
Tabela 15: Estatística descritiva de tarefas. ....	96
Tabela 16: Intervalos de confiança de tarefas. ....	96
Tabela 17: Modelo de regressão. ....	97
Tabela 18: Análise de variância. ....	97
Tabela 19: Estatística descritiva do estado inicial do processo. ....	98
Tabela 20: Teste T para uma amostra do estado inicial do processo. ....	98
Tabela 21: Resultados finais do projeto. ....	150
Tabela 22: Estatísticas descritivas da Fase 3 resultante das observações após implementação do projeto. ....	152
Tabela 23: Estatísticas descritivas da Fase 5 resultante das observações após implementação do projeto. ....	152
Tabela 24: Resultado da mediana Fase 3. ....	155
Tabela 25: Resultado do teste Wilcoxon Fase 3. ....	155
Tabela 26: Quadro resultado da mediana Fase 5. ....	155
Tabela 27: Resultado do teste Wilcoxon Fase 5. ....	156
Tabela 28: Resultado do Índice de confiança atingida da Fase 3. ....	156
Tabela 29: Resultado do Índice de confiança atingida da Fase 5. ....	156
Tabela 30: Função distribuição acumulada, Fase 3. ....	157
Tabela 31: Função distribuição acumulada, Fase 5. ....	157

página deixada intencionalmente em branco

# 1. INTRODUÇÃO

Este primeiro Capítulo enquadra o projeto, a apresentação dos principais objetivos e metodologia utilizada. O Capítulo termina com a descrição da estrutura deste documento.

## 1.1 Enquadramento

Os modelos económicos e sociais exigem atualmente um reforço da competitividade da atividade industrial. A indústria, tenta diariamente encontrar soluções para otimizar os seus recursos e melhorar o desempenho operacional dos seus processos. O desafio é reunir esforços com o objetivo de encontrar elevados níveis de produtividade e de eficiência. Esse desafio, além de implicar investimento em tecnologia e em operações, implica, também investimento em metodologias de trabalho. “O investimento em modernização gera benefícios diretos a curto prazo e a médio-longo prazo gera uma maior qualificação dos seus meios humanos, acrescentando valor à hora de trabalho” (PWC, 2013).

Num esforço pela melhoria de competitividade, a função produção tem sobressaído nas áreas organizacionais pela expressiva melhoria do desempenho organizacional e pela introdução de novas abordagens de gestão industrial. Neste contexto, surgem abordagens metodológicas como o *Lean Management* o qual, através do desenvolvimento de competências, tem originado habilidades, alterações na cultura e no desenvolvimento sustentado dos processos de melhoria contínua das organizações.

O *Lean Management* procura melhorar processos racionalizando fluxos, removendo desperdícios e enfatizando ganhos em rapidez e eficiência. A metodologia promove a visão por processos e conduz a melhorias para a redução de custos.

O projeto aqui formalizado pretende utilizar metodologias, *Lean Management* na tentativa de encontrar uma solução para o desafio proposto pela Ansell Portugal, Industrial Gloves Lda. O objetivo é reduzir o tempo de mudança de artigo numa linha de produção, designada por LP7, de revestimento de luvas têxteis com borracha nitrílica (NBR), recentemente instalada. No contexto deste problema está a articulação da técnica SMED (*Single Minute Exchange of Die* – sistema de troca rápida de ferramenta em máquinas ou linhas de produção), - do *Lean Management* alicerçada em métodos estatísticos a qual procura um conhecimento adequado para a análise e tomadas de decisão de forma estruturada para o projeto atual e propostas futuras.

A Ansell Portugal, Industrial Gloves, Lda., pertencente ao grupo australiano Ansell Limited, é caracterizada por criar, desenvolver e produzir soluções têxteis para o sector da proteção de mãos e braços em aplicações industriais. A produção da Ansell Portugal, caracteriza-se pelo fabrico de luvas em material têxtil (*liners*) e o seu revestimento com materiais químicos que conferem diferentes propriedades ao artigo, proporcionando soluções para inúmeras aplicações em diferentes áreas industriais.

O desafio proposto centra-se na linha de produção LP7 de revestimento do têxtil (*liner*) com borracha nitrilica (NBR), o qual é efetuado por imersão. A linha produtiva é constituída por um sistema complexo de componentes mecânicos e eletrónicos que visam criar um fluxo sequencial de passagem por tanques que contêm fluidos químicos onde os *liners* são imersos e a vulcanização se efetua em fornos. Os elementos centrais dos componentes da linha de produção são barras metálicas que suportam, cada uma, 12 moldes de alumínio revestidos a teflon em forma de mão onde são calçados os *liners*. A máquina tem capacidade para 432 barras metálicas constituídas por moldes amovíveis de 6 tamanhos (do tamanho 6 ao tamanho 11) o que culmina numa produção de 2.592 pares de luvas a cada *flowtime*. O transporte das barras ao longo do equipamento é efetuado através de uma corrente e por meio de elementos robotizados que efetuam a imersão dos *liners* nos tanques de compostos químicos. A velocidade do equipamento e o tempo de imersão depende do tipo de artigo fabricado. O processo inicia-se com o calçamento manual dos *liners* nos moldes das barras. A máquina inicia o ciclo de produção percorrendo os módulos do equipamento através de estufas, tanques de imersão, fornos de vulcanização e culmina com o descalçamento automático das luvas revestidas.

O *flowtime* da linha de produção pode variar entre os 270 e os 330 minutos (4:30:00 e as 5:30:00 horas), dependendo das especificações do artigo. Uma vez que o equipamento foi recentemente instalado, não existe histórico nem informação que permita avaliar com exatidão a duração e as tarefas necessárias para a mudança de artigo no equipamento. Na ausência desta informação, o planeamento da produção abre uma janela de 1.440 minutos (24:00:00 horas) para a realização das tarefas necessárias à mudança de artigo na LP7. No entanto, já foram identificadas potencialidades de melhoria pelo que se torna imperativo diminuir a indisponibilidade do equipamento para fazer face ao cumprimento dos objetivos da organização a qual pretende, ao reduzir os tempos atuais de paragem por *setup*, abrir uma janela de capacidade de produção extra.

À semelhança de melhorias implementadas em outros equipamentos de produção, estima-se que o tempo de paragem para mudança de artigo possa não ultrapassar os 480 minutos (8:00:00 horas) nas operações de mudança de artigo de maior complexidade. O desafio do projeto proposto é mais ambicioso e pretende não superar os 300 minutos (5:00:00 horas) para as operações mais complexas.

A implementação do projeto é promovida e assegurada pela alta direção da Ansell Portugal e apoiada pela equipa de melhoria contínua, departamento BPI - *Business Process Improvement*, a qual desempenhará o papel de elemento facilitador e promoverá o envolvimento dos colaboradores na implementação das ações necessárias. A empresa cultiva um ambiente de melhoria contínua e apresenta uma visão de cultura que promove a abordagem do *Lean Management* nos seus projetos. Esta abordagem, irá favorecer a convergência das propostas protagonizadas para a obtenção dos resultados desejados. Os conceitos de excelência operacional já estão incorporados nos modelos de gestão da empresa pelo que a sua implementação se prevê de forma consensual e participativa.

## 1.2 Objetivos

Tendo em conta a perspetiva do projeto, - redução do tempo de *setup* na linha de produção LP7 de revestimento do têxtil (*liner*) com borracha nitrílica, - as ações irão focar-se em melhorias com menores requisitos de investimento no foro organizacional e na análise do processo sobre a perspetiva do *standard work*, metodologia alinhada ao princípio da ferramenta SMED.

O objetivo proposto pela Ansell Portugal é reduzir a janela aberta pelo planeamento, para mudança de artigos na LP7, de 1.440 minutos (24:00:00 horas) para 300 minutos (5:00:00 horas). Estima-se que uma redução do tempo de mudança de 79,2% originará um incremento da capacidade de produção traduzida num ganho de 488.400 € anuais.

No âmbito do conhecimento e, através da abordagem das metodologias do *Lean Management* pretende-se que este documento possa contribuir para a resolução de problemas similares em indústrias que se debatem com longos tempos de *setup*.

## 1.3 Metodologia

Este projeto, tem por objetivo resolver um problema prático e contribuir para o conhecimento através da implementação de uma solução que permita reduzir o tempo de *setup* de uma linha de produção.

A metodologia utilizada é Investigação-Ação (*Action Research*), orientada para a melhoria prática de diversos campos de atuação, pretende produzir conhecimento guiado pela prática, com a modificação intencional de uma dada realidade (Coughlan & Coughlan, 2001). Assim, é adotada uma ótica de correntes realista e pragmática e a investigação tentará uma abordagem fundamentalmente dedutiva.

O envolvimento do líder do projeto é permanente e está presente em todas as fases, desde a contextualização do problema até à validação e monitorização do modelo. Tem uma ação participativa não se limitando a assistir, mas, fazer acontecer. A cooperação entre *stakeholders* do projeto foca-se na mudança. Esta abordagem requer a compreensão do quadro de ética, de valores e de normas da organização.

A envolvimento e disponibilidade de colaboração dos intervenientes é fundamental nesta abordagem pelo que o ambiente colaborativo da Ansell Portugal é essencial para o sucesso da metodologia.

A estratégia apresenta um contacto muito próximo com a realidade e, por isso, é muito participativa. O conjunto de ciclos interativos produzem conhecimento que permitem aprofundar, compreender, melhorar a prática e entender a teoria. As possíveis soluções e ações são encontradas por todos aqueles que estão envolvidos no processo e são formuladas de acordo com as expressões da sua própria cultura. Guiada por estes princípios, o projeto relaciona-se com uma série de descrições de ações ao longo do tempo que é necessário entender de que forma podem melhorar o funcionamento do sistema. Neste contexto, procuraram-se identificar fatores metodológicos do *Lean Manufacturing* para a implementação e sustentação dos resultados obtidos na redução dos tempos de *setup* da linha de produção LP7.

O projeto realizado baseou-se na implementação da utilização da metodologia *SMED – Single Minute Exchange of Die* em articulação com os 5'S, gestão visual, brainstorming, métodos estatísticos, *standard work*, entre outros. A contribuição das diferentes metodologias foram fundamentais para a identificação de problemas de variabilidade e para a garantia da continuidade e estabilidade futura do processo.

Com base nestes princípios, a abordagem procura um conhecimento adequado para a análise e tomadas de decisão de forma estruturada sendo complementada por *workshops* de envolvimento das equipas intervenientes.

A abordagem do problema segue, assim, a seguinte metodologia adaptada ao projeto:

## 1. Definição do projeto

- 1.1 Definição do problema – descrição do projeto, âmbito, objetivos, impacto para o negócio e definição de indicadores. Constituição da equipa do projeto. Planeamento do projeto.
- 1.2 Definição do processo – identificação da área de intervenção (*seamless*), SIPOC, descrição do processo. Elaboração do fluxo do processo. Identificação das operações de mudança de artigos.

## 2. Estágio Preliminar

- 2.1 Observação e recolha de dados – análise do histórico e do fluxo do processo. Recolha de dados “in loco” e em tempo real através de fotos e imagem vídeo.
- 2.2 Representação gráfica do modelo – representação através de um gráfico *Gantt* com inclusão de descrição de tarefas de mudança com inclusão de precedências, número de operadores, meios, ferramentas e tempo despendido.
- 2.3 Tratamento de dados – representação do mapa de processo e diagrama *Spaguetti*, tratamento da informação, avaliação do estado inicial. Análise e principais conclusões sobre o estado inicial do processo.

## 3. *Workshop* de apresentação

- 3.1 Apresentação - diagnóstico do estado inicial do processo à gestão de topo e à equipa nomeada para o processo. Análise dos resultados baseados nas observações.
- 3.2 Formação – Conceitos sobre a metodologia SMED a adotar no projeto.

## 4. Estágio 1

- 4.1 Análise e classificação das tarefas.
- 4.2 Melhoria de transporte de meios e utensílios e verificação das condições de funcionamento.
- 4.3 Separação das operações internas e externas.

## 5. Estágio 2

- 5.1 Preparação das condições operacionais e padronização de funções.
- 5.2 Conversão de operações internas em externas.

## 6. Estágio 3

- 6.1 Racionalização de aspetos de operações de *setup*.
- 6.2 Implementação de operações em paralelo através do trabalho em equipa.

## 7. *Workshop*

- 7.1 Apresentação e discussão da solução – apresentação à equipa e aos operadores a solução preconizada. Discussão da metodologia. *Brainstorming*. Ajustes ao modelo.

## 8. Testes ao modelo

- 8.1 Testes e ensaios – experimentação do modelo estudado.

## 9. Ajustes ao modelo

- 9.1 Ajustes – alterações e correções ao modelo.

## 10. Implementação do modelo

10.1 Implementação da solução – acompanhamento das ações de implementação, controlo dos KPI's e análise dos desvios.

## 11. Controlo do Processo

11.1 Implementações de ações para garantir a sustentabilidade futura do modelo.

Realização de instruções de trabalho e de *standard work*.

11.2 Quantificação das melhorias e acompanhamento do projeto – análise dos resultados obtidos face ao estado inicial do processo.

## 12. Fecho do Projeto

12.1 Apresentação final do projeto – fecho do projeto com apresentação aos *stakeholders*, equipas e à alta direção da organização. Análise e discussão dos resultados e conclusão.

12.2 Melhorias para o futuro – análise das potencialidades e das oportunidades futuras.

12.3 Entrega de documentação de suporte.

A dissertação aqui apresentada foi escrita ao longo da evolução do projeto sendo frequentemente acompanhada de investigação documental. A metodologia foi fundamental para entender o contexto e proporcionar a criação de uma base de sustentação pelo que a revisão da literatura recorreu frequentemente às seguintes fontes:

Fontes primárias – referências em livros e artigos de revistas científicas;

Fontes secundárias – literatura existente em bibliotecas;

Fontes terciárias – em domínios científicos na Web.

Paralelamente, o desenvolvimento do projeto foi suportado pela recolha de dados, fotos e imagens vídeo, conduzido em tempo real. Para além de auxiliar no diagnóstico da situação atual pretendeu-se, simultaneamente, analisar as tarefas detalhadamente e determinar as atividades críticas de maior impacto no tempo de *setup*.

Os meios e ferramentas utilizados foram fundamentais para a análise e desenvolvimento do projeto. A ferramenta SMED que serviu de base ao projeto foi sustentada com a aplicação de ferramentas estatísticas que auxiliaram na compreensão do processo, na validação dos dados recolhidos, na compreensão do comportamento do processo, na variabilidade e na sustentação para o futuro.

A comunicação visual foi amplamente utilizada no projeto. Os documentos, as instruções de trabalho, o *standard work* e o resultado final do projeto foi convertido em infografias contendo elementos claros e objetivos para todos os colaboradores. Os resumos das tarefas, culminaram com a elaboração de

*yamazumis* descritivos e em *check-lists* de controlo que incluíram tempos previstos, número de colaboradores envolvidos, meios, utensílios, ferramentas e equipamento de proteção individual utilizado em cada fase do trabalho.

A implementação de melhorias nos processos foi efetuada através da simplificação e estruturação de tarefas existentes. No final do projeto procedeu-se à recolha de novos dados de forma a validar a solução encontrada, estimar o seu impacto e planear atividades futuras.

## **1.4 Estrutura do documento**

O conteúdo deste trabalho está organizado em 8 Capítulos. O presente Capítulo enquadra o projeto, descreve os objetivos, a metodologia utilizada e a estrutura deste documento.

No Capítulo 2, é efetuada a revisão bibliográfica dos temas abordados. Baseada em livros e artigos científicos, de consulta efetuada em bases de dados cientificamente reconhecidas, apresentam-se como um meio importante de apoio para a fundamentação teórica do projeto. São enquadrados os temas e ferramentas do *Lean Manufacturing* e os conceitos fundamentais que sustentam as metodologias e práticas de implementação e validação do projeto.

No Capítulo 3 é apresentada a organização. A descrição contextualiza o ambiente onde decorreu o projeto.

O Capítulo 4 define as bases do projeto, especifica o problema, define os objetivos e os requisitos aliados à perspetiva da organização. O processo é enquadrado e os fluxos e mudanças de artigo descritos.

O Capítulo 5 descreve as fases de desenvolvimento do projeto baseado nos 4 Estágios definidos por Shingeo Shingo – Estágio Preliminar, Estágio 1, Estágio 2 e Estágio 3. O Capítulo termina com a apresentação da solução encontrada.

O Capítulo 6 descreve os meios de controlo de forma a assegurar que as soluções encontradas são mantidas e sustentadas para o futuro.

O Capítulo 7 descreve os principais ganhos obtidos com o projeto.

O Capítulo 8 resume as principais conclusões do projeto e sugere melhorias para o futuro.

Por último, apresenta-se a lista de referências bibliográficas e os anexos que complementam a interpretação do corpo da dissertação.

página deixada intencionalmente em branco

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Capítulo 2, é dedicado à revisão bibliográfica a qual servirá de sustentação e de apoio para a fundamentação teórica do projeto realizado. Baseada fundamentalmente em livros e artigos científicos, a consulta foi efetuada em bases de dados cientificamente reconhecidas. São enquadrados os temas e fundamentos do *Lean Manufacturing*, conceitos fundamentais que sustentam a metodologia prática de implementação e validação do projeto.

Os fatores económicos e sociais em crescente mudança implicam um ambiente de produção caracterizado por um aumento da variedade de produtos e pela diminuição do seu ciclo de vida. Com estas mudanças de paradigma cresce a importância da redução de desperdício e de sistemas de produção mais flexíveis, eficazes e fiáveis. A aplicação de filosofias do *Lean Management* surgem aqui como uma resposta para garantir a eficácia dos processos de produção e serão estes os temas usados para enquadrar o trabalho aqui desenvolvido.

### 2.1 Lean Management

Na década de 80 do séc. XX, os conceitos desenvolvidos pela Toyota Motor Corporation forçam a uma alteração dos paradigmas da indústria automóvel na Europa e na América do Norte. As técnicas de gestão industrial do início do séc. XX e os conceitos da produção em massa foram substituídos pela denominada “Produção Lean”.

O termo *Lean Production* foi amplamente divulgado após o seu aparecimento no livro “The Machine That Changed The World” em 1990, escrito por J. Womack, D. Jones e D. Roos. O livro, caracteriza o sistema de produção criado pela Toyota Motor Corporation, o TPS (*Toyota Production System*). Os novos conceitos foram amplamente adotados na Europa e nos EUA e revolucionaram o mundo das empresas automóveis. Ao longo do tempo, os mesmos conceitos, acabaram por ser aplicados a outras indústrias tornando-se universais.

Womack and Jones (1996) definem a “Produção Lean” como uma abordagem que procura uma melhor forma de organizar e gerir os relacionamentos de uma empresa com os seus clientes, e fornecedores durante o desenvolvimento de produtos e processos de produção onde, cada vez mais, é possível fazer mais com menos, “Doing more with less” (Womack et al. 1990). O grande objetivo é conciliar a elevada produtividade com a variedade de produtos. Shah & Ward (2003), referem que a abordagem *Lean* agrega uma variedade de práticas de gestão, sistemas de qualidade, produção em célula entre outras e, que todas essas práticas devem ser articuladas de maneira a criarem um

sistema de alta qualidade de forma a produzir artigos ao ritmo do desejo do cliente e sem desperdícios.

Apesar das diferenças nas definições, todas elas partilham de que a “Produção Lean” utiliza uma combinação de diversas técnicas focalizadas na satisfação do cliente e empenhadas em minimizar desperdícios e acrescentar valor aos produtos.

Na base dos princípios *Lean Manufacturing* está o *Lean Thinking* definido por Womack and Jones (1996). O pensamento alinha todas as ações que criam valor e sequênciam as atividades sem interrupção tornando-as mais eficazes. A metodologia promove o *feedback* constante e o esforço dos trabalhadores é convertido em valor para o cliente e, conseqüentemente, para a empresa (Womack and Jones, 1996). Todo o processo de produção deve ser analisado e otimizado de acordo com o ponto de vista do cliente. Outro princípio inerente ao pensamento *Lean* é a constante necessidade de melhorar. Na realidade, este ciclo consiste em eliminar desperdícios e reduzir erros ou seja, pretende-se eliminar tudo que não acrescente valor.

Segundo Womack and Jones (1996), há 5 princípios que são considerados essenciais para a eliminação do desperdício:

1. **Definir valor** - É o valor que define a existência das organizações e o valor gerado destina-se à satisfação de todos os *stakeholders*. Todos têm interesses e necessidades específicas e a sua satisfação resulta no valor criado pela organização (Pinto, 2009).

A produção *Lean* define valor de um produto ou serviço sempre da perspectiva do cliente por isso o produtor deve encontrar forma de anular todo o desperdício que o cliente não está disposto a pagar.

2. **Identificar e especificar a cadeia do valor de forma a não serem criados desperdícios** - A apresentação da cadeia do valor pode ser representada em passos classificados em 3 áreas: os que acrescentam valor; aqueles que não acrescentam valor, mas são necessários e os que não acrescentam valor e podem ser eliminados.
3. **Otimização do fluxo** - A otimização do fluxo é o principal foco do produto para que se possam remover constrangimentos no fluxo contínuo e repensar práticas de trabalho de forma a eliminar fluxos inversos. (Badurdeen, 2007).
4. **Sistema Pull** - O sistema *Pull* funciona de acordo com o consumo ou seja, as operações são executadas com o objetivo de repor os produtos retirados pela atividade subsequente. Desta

forma as atividades só são executadas quando são necessárias evitando o excesso de inventário e de produção.

**5. Melhoria contínua** - Baseada na filosofia *Kaizen* (mudar para melhor) refere-se a um esforço sistemático na procura e aplicação de novas formas de realizar e implementar melhorias aos processos de forma repetitiva e ativa (Glover, Farris & Van Aken, 2015). Associado a esta metodologia estão os eventos *Kaizen* (projetos estruturados, focados na melhoria e executados por equipas multidisciplinares para implementar ações em determinada área ou equipamento). A melhoria contínua é um importante pilar da estratégia competitiva das organizações. Os seus princípios orientadores são, entre outros:

1. Processos consistentes conduzem aos resultados desejados;
2. Ver por si mesmo para compreender a situação atual;
3. Falar com dados e gerir baseado em factos;
4. Tomar medidas para conter e corrigir as causas raiz dos problemas;
5. Trabalhar como equipa;
6. *Kaizen* aplica-se a todos.

## **2.2 Ferramentas do Lean Management utilizadas no projeto**

São inúmeras as técnicas e ferramentas utilizadas pelo *Lean Management* pelo que, aqui, somente se irão descrever aquelas cuja componente prática apresenta relevância para o projeto.

### **2.2.1 Brainstorming**

É uma técnica que ajuda a gerar soluções criativas para um problema. Particularmente útil para romper com padrões antigos e refletir e desenvolver novas maneiras de olhar para os problemas. Utilizada em reuniões de grupo, requer elementos facilitadores para orientar, incentivar e motivar a participação do grupo a trazer novas ideias de forma aberta e colaborativa. Esta técnica foi utilizada ao longo do projeto nos *workshops* efetuados com a equipa de intervenientes.

### **2.2.2 Gestão Visual**

Partindo do princípio que 75% da aprendizagem se efectua através da visão (Oakland, 1999), a ideia deste conceito é simplificar a comunicação e promover a informação visual de forma a que possa

ser facilmente assimilada. O conceito tem por objectivo tornar a informação de trabalho mais eficaz. A Gestão Visual melhora o fluxo de informações através de sinais visuais e inclui um conjunto de técnicas que torna os padrões de operação visíveis para que os colaboradores da organização possam segui-los com mais facilidade. A Gestão Visual expõe os desperdícios para que possam ser prevenidos e eliminados. “A Gestão Visual é uma ferramenta capaz de transformar o local de trabalho em uma imagem representativa da realidade, uma vez que o local onde existe Gestão Visual comunica-se por si mesmo” (Pinto, 2003). Ao nível das organizações, a Gestão Visual pode surgir sob diferentes formas, como sinalética e pictogramas, quadros *andon* (quadros para informação do status de equipamentos ou linhas de produção), marcas ou linhas no pavimento indicativas de percursos, quadros de gestão, infografias, sinais luminosos, entre outros. A documentação produzida durante a realização deste projeto privilegiou a Gestão Visual como elemento facilitador da aprendizagem visual. Ao nível do chão de fábrica aplicaram-se, entre outros, quadros *andon* com informações sobre as linhas de produção, gráficos *yamazumi* e infografias contendo dados e informações que facilitam as operações. A figura 1 ilustra o exemplo de um quadro *andon* e um *yamazumi chart*.

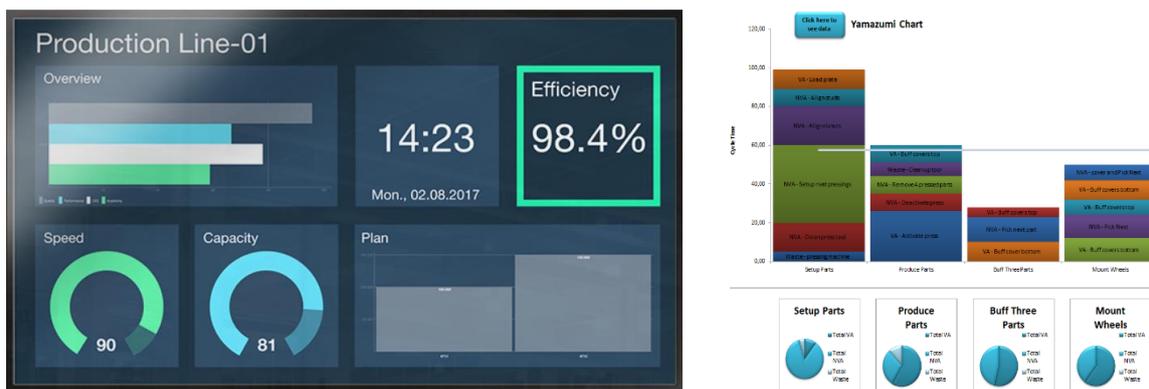


Figura 1: Exemplo de quadro Andon (esquerda) e Yamazumi chart (à direita). Fontes: <https://peakboard.com/> e <https://themanag3r.wordpress.com>, (2018)

### 2.2.3 Value Stream Mapping (VSM)

O mapeamento do fluxo da cadeia de valor tem por objetivo analisar o estado atual do processo e projetar o estado futuro e/ou o estado ideal. O mapeamento permite identificar visualmente os desperdícios resultantes de estrangulamentos, ineficiências ou incapacidades do processo e, simultaneamente, de organização (tempo, informação, materiais, inventários, entre outros). O VSM consiste em traçar o caminho desde o fornecimento dos materiais pelos fornecedores de um determinado produto ou serviço até à entrega do produto transformado ao cliente. O processo permite identificar fontes de desperdício e ineficiências que poderão ser transformadas em oportunidades para a implementação de ações de melhoria. O processo ajuda a uma visualização da situação atual e na construção da situação futura, concentrando-se na redução dos tempos (*lead time*) dos processos e simultaneamente chamando a atenção para os custos dos processos (Pinto, 2009).



O desenvolvimento deste trabalho recorreu à utilização de formulários de registo ao longo dos vários estágios e no final produziu documentação e instruções de trabalho que poderão ser utilizadas como guias para o treino de novos operadores ou para consulta de procedimentos e boas práticas para os todos os interessados.

### **2.2.5 5S (Cinco S)**

O método tem por objetivo melhorar a organização do trabalho e apresenta um impacto significativo ao nível da efetividade e da segurança no trabalho. Permite criar e manter o local de trabalho organizado e limpo. Este método aplica-se, também, a produtos, a métodos operatórios e processos possibilitando a melhoria contínua (Hirano, 1995).

De acordo com o livro “5 Pillars of the Visual Workplace”, os 5S referem-se aos seguintes conceitos em japonês:

1. **Seiri (Eliminar)** – libertar espaço no local de trabalho eliminando todos os objetos desnecessários. Somente os objetos necessários ficam no local. Numa visão mais global, poderá ser visto como a identificação e remoção de todos os processos desnecessários à organização;
2. **Seiton (Arrumar)** – arrumar o local de trabalho para que os objetos úteis fiquem facilmente alcançáveis e visíveis numa lógica que facilite o seu manuseamento e utilização. Tornar o espaço mais eficiente;
3. **Seiso (Limpar)** – inspeção básica, detetar fontes de sujidade e limpar o local melhorando a qualidade dos produtos e a segurança dos intervenientes;
4. **Seiketsu (Padronizar)** – manter o *status* conseguido através do estabelecimento de regras, hábitos e procedimentos standard;
5. **Shitsuke (Respeitar)** – requer o cumprimento dos procedimentos especificados de forma a manter as boas práticas. A disciplina deverá fazer parte integrante da filosofia das organizações de forma a facilitar o trabalho das equipas e o cumprimento dos objetivos e metas estabelecidas.

### **2.2.6 Single Minute Exchange of Die (SMED)**

O *Single Minute Exchange of Die* (SMED) é uma das muitas técnicas do *Lean Manufacturing* para reduzir o desperdício nos processos fabrico (Shingo, 1985). Reduzir o tempo de *setup* é uma questão fundamental para melhorar o fluxo de produção, um dos 5 princípios do *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996).

A metodologia SMED foi desenvolvida por Shigeo Shingo (1985) e publicada no seu livro “A Revolution in Manufacturing: The SMED System, 1985”. Os primeiros estudos efetuados por Shingo foram em 1950 na Toyo Kogyo’s Mazda em Hiroshima. Com o objetivo de eliminar os gargalos na produção causados por prensas de 350, 750 e 800 toneladas. O estudo de Shingo concluiu que as tarefas realizadas no *setup* são de dois tipos: as internas que só podem ser realizadas com a máquina parada e as externas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento. Baseado no método de *setup* externo, Shingo consegue aumentar a eficiência dos processos em 50% e aliviar o gargalo causado pelas prensas.

Em 1957, na Mitsubishi Heavy Industries, Shingo consegue aumentar a produtividade em 40% ao realizar atividades de controlo antes da máquina parar (Shingo 1985). Em 1969, na Toyota Motor Corporation, onde inicialmente eram necessárias 4 horas para fazer o *setup* de uma prensa de 1000 toneladas, Shingo distinguiu claramente as tarefas internas e externas. Melhorou as tarefas de forma separada e conseguiu uma diminuição de 90 minutos no tempo de *setup*. Mais tarde, tentou melhorar os resultados obtidos e ao converter as tarefas internas em externas consegue um tempo de *setup* de 3 minutos nas prensas. Estava criado o conceito de SMED.

O desenvolvimento da metodologia durou 19 anos, baseado em experiências práticas e teorias e os conceitos. A metodologia de Shingo, difundida por todo o mundo industrial está, atualmente, na primeira linha das metodologias de atividade de melhoria mais eficazes e pode ser vista como uma abordagem sistemática para reduzir o tempo de *setup* em qualquer unidade industrial ou em qualquer máquina. O SMED é uma metodologia rápida e eficiente de mudança de artigo num processo de fabrico. O objetivo do SMED é a redução do tempo de *setup* para o “*single digit*” ou seja, as mudanças deverão ter uma duração máxima de 1 dígito apenas, inferiores a 10 minutos (Sugai, McIntosh, & Novaski, 2007).

O tempo de *setup* é um dos fatores que mais contribui para os grandes tamanhos de lotes. Quando o tempo de *setup* é reduzido, o tamanho do lote também pode ser reduzido. A consequência desta ação é a redução do *Work In Process* (WIP), bem como a redução do *lead time* (Rosa, Silva, Ferreira, & Campilho, 2017). Ohno (1998), considera ainda que a redução do tempo de *setup* permite obter uma redução de desperdício e retrabalho, o aumento da flexibilidade e responsabilidade, o aumento de produtividade, a consciencialização das causas que geram erros e esperas para além do aumento da disponibilidade dos equipamentos.

Um aspecto fundamental da técnica SMED está relacionado com a distinção entre operações de mudança internas e externas. As operações internas são aquelas que só podem ser realizadas com o equipamento parado e as operações externas são aquelas que podem ser realizadas durante o funcionamento normal do equipamento (Ferradás & Salonitis, 2013).

Para reduzir o tempo de setup, a metodologia SMED apoia-se numa forma simples de pensar a produção, num sistema realista e em métodos práticos pelo que têm sido estes os ingredientes essenciais do seu sucesso.

A implementação do SMED passa por 4 estágios conceituais definidos por Shingo no seu livro “A Revolution in Manufacturing: The SMED System”:

1. **Estágio preliminar** - Neste estágio, o processo encontra-se na sua situação inicial e não há a distinção entre as operações internas e operações externas. Esta fase caracteriza-se pela recolha de dados relativos às operações e aos tempos de execução. Shingo, sugere que este processo se faça através de filmagens pois é um método eficaz quando não há um grande número de repetições de tarefas. Este método é ainda mais eficaz quando a filmagem é mostrada aos operadores após a atividade pois evidencia os problemas ocorridos e confere-lhe a consciência dos erros permitindo uma maior abertura e a possibilidade de contribuírem com novas ideias para a sua resolução. O envolvimento dos operadores é uma das principais características da gestão moderna de produção em “TPM for Workshop Leaders” (Shirose, 1992).
2. **Estágio 1** - Durante este estágio efetua-se a separação das operações de *setup* em duas áreas: operações internas e operações externas. Tal como anteriormente referido este é o conceito mais importante do SMED onde as operações internas são aquelas em que somente podem ser realizadas com o equipamento parado e as operações externas, aquelas que podem ser executadas com o equipamento em funcionamento. Segundo Shingo, o tempo de operações internas pode ser reduzido de 30% a 50% se o máximo de operações for realizado como operações externas. A implementação desta classificação passa pela utilização de *check-list* onde todas as informações sobre as tarefas, ferramentas e tempos devem ser registados. O transporte de materiais deve ser otimizado e as ferramentas e componentes em locais de fácil acesso e o mais próximo possível do local onde irão ser utilizados para minimizar o tempo das operações.
3. **Estágio 2** - Este estágio tem por objetivo converter as operações internas em externas. Para isso deverá efetuar-se uma análise cuidada das tarefas de forma a avaliar possíveis erros na classificação das operações. Além disso, deverão ser procuradas formas de converter operações internas em externas. Segundo McIntosh et al. (2000), o principal objetivo da metodologia SMED é a tradução de tarefas de mudança internas em operações externas. Este é o procedimento mais difícil de implementação pois requer uma participação muito ativa dos colaboradores e a alteração de hábitos.

A metodologia SMED refere que as operações externas deverão ser as seguintes:

1. Fornecimento contínuo de materiais de forma a garantir o funcionamento do equipamento sem interrupções;
2. Preparação antecipada de operações tais como pré-aquecimentos;
3. Padronização de funções, identificação de todas as operações que são comuns às diferentes mudanças;
4. Utilização de conjuntos de ferramentas multiusos para que a mesma ferramenta possa ser utilizada em mais que um produto e não se tenha que alterar;
5. Utilização de guias intermédias para garantir a posição correta das ferramentas e otimizar ajustes.

Estes são alguns exemplos descritos por Shingo para que se possam converter operações de *setup*. No entanto, todas elas deverão ser avaliadas e adaptadas às diferentes realidades de cada processo.

**4. Estágio 3** - Este estágio tem como objetivo otimizar todas as operações. Após uma análise detalhada das operações efetuam-se melhorias quer nas operações internas quer nas operações externas. Shingo propõe que se proceda à automatização do armazenamento e transporte de ferramentas e componentes de forma a diminuir a mão-de-obra para a preparação do *setup*. Contudo, estas operações nem sempre têm uma ligação direta com o tempo requerido nas operações de *setup* e conseqüentemente nas operações internas. Assim, a metodologia sugere:

1. Implementação de operações em paralelo. Quando as atividades internas são realizadas em simultâneo por mais que um operador, sendo que a sua duração poderá ser reduzida significativamente. Em determinadas operações a redução do tempo pode facilmente chegar a 50% pois ocorre uma economia de perdas como por exemplo em deslocações necessárias;
2. Implementação de engates funcionais. É frequente parafusos e cavilhas necessitarem de várias voltas para ficarem perfeitamente apertados, no entanto, o que concretiza o aperto final é a última volta e vice-versa para o desaperto. Todas as restantes voltas necessárias em ambos os sentidos são desperdício. O engate funcional tem a função de prender os objetos com o mínimo esforço e, deste modo, a solução passa por adaptar o engate de forma a cumprir a sua função evitando o desperdício;
3. Eliminação de ajustes e afinações. Ajustes e afinações apenas são necessários quando ocorrem incorreções em ações decorridas em ações anteriores. Para que se possam eliminar estes ajustes e afinações é necessário repensar os anteriores estágios e perceber o que se pode melhorar nas tarefas evitando o desperdício.

Hall (1983) considera que apenas é possível cumprir os objetivos do SMED com a conclusão do Estágio 3 através da modificação de máquinas, eliminação de ajustes e implementação de engates funcionais, entre outras formas de otimização. No entanto, McIntosh et al, (2000) refere que alguns projetos SMED não realizam o Estágio 3, porque o investimento requerido poderá não corresponder ao benefício pretendido.

A figura 3, ilustra as diminuições do tempo de *setup* conseguidas ao longo da implementação dos diferentes Estágios definidos por Shingo (1985).

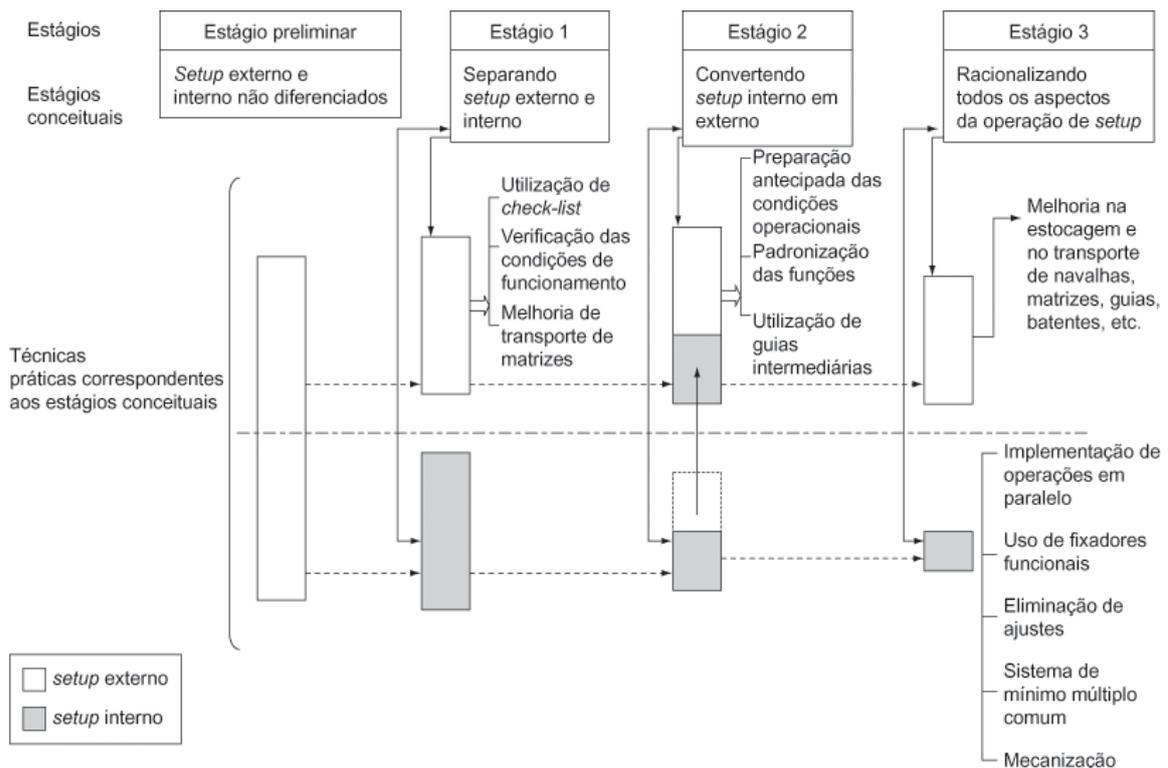


Figura 3: Evolução dos Estágios do método SMED. Fonte: Shingo (2000).

A implementação do método SMED possibilita incrementos significativos na capacidade produtiva e vantagens competitivas adaptadas a processos produtivos exigentes em qualquer atividade industrial.

Apesar de todas as considerações efetuadas sobre a metodologia é importante realçar que alguns conceitos são abordados de forma muito genérica e, na revisão da literatura, não há uma explicação clara de alguns conceitos importantes, como o tempo de *changeover* e o tempo de *setup*. Por vezes, o tempo de *setup* e o tempo de *changeover* não se distinguem. Muitos autores utilizam a mesma definição para os dois termos, ou seja, consideram que ambos os termos se referem ao tempo decorrido entre o último artigo bom em fabrico e o primeiro artigo bom do fabrico subsequente.

Por outro lado, em outros casos, o tempo de *setup* é visto como um componente do tempo de *changeover*. Para McIntosh et al. (1996) *Changeover* é a soma do tempo de *setup*, ou seja, o período de paragem entre as produções durante a troca de produto, com o tempo de arranque, que é o tempo gasto para estabilizar a produção no que diz respeito à taxa de produção e à qualidade requeridas.

De acordo com o mesmo autor, um importante aspecto do tempo de *changeover* é o período de arranque ou aceleração o qual, recebeu pouca atenção (McIntosh, Owen, Culley, & Mileham, 2000). McIntosh define o período inicial de arranque como o momento em que a fabricação em estado estacionário está a ser restabelecida com ótimas taxas de produtividade e de qualidade. Este período é tipicamente dominado por ajustes e verificações de qualidade. Além disso, o "período de *setup*" e o "período de redução ou desaceleração" também devem ser distinguidos. O período de *setup* ou o tempo de *setup* é definido como o período imediatamente identificado entre a fabricação do artigo final do lote anterior e o primeiro artigo do novo lote. A linha é estacionária durante esse intervalo.

O período de redução ou desaceleração corresponde ao período de conclusão da produção do lote anterior (McIntosh, Culley, Owen, & Mileham, 2001). Este assunto, pode ser esclarecido na figura 4, a qual exemplifica um comportamento genérico da saída da linha durante uma mudança de artigo que evidencia que as maiores perdas de fabrico podem ocorrer para além daquelas que uma simples análise pode prever.

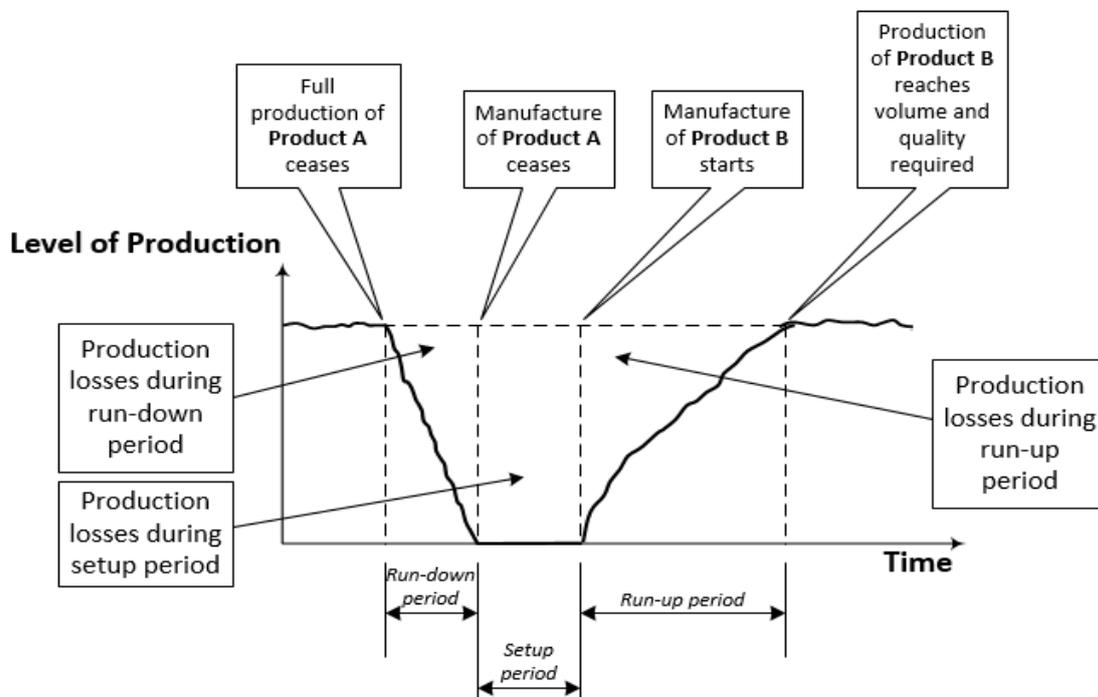


Figura 4: Saída de linha representativa durante a mudança. Fonte: Reik, M., McIntosh, R., Culley, S., Mileham, A. and G. Owen, G. *Engineering and Manufacture* (2006).

Nesse sentido, as atividades de mudança podem ocorrer durante qualquer uma das três fases de *changeover* (desaceleração, paragem ou arranque), mas também podem ocorrer antes ou depois, por exemplo, como parte da preparação para uma mudança ou para a organização de ferramentas, uma vez que a produção é totalmente restabelecida (Reik, McIntosh, Culley, Mileham, & Owen, 2006).

Resumindo, o tipo de indústria e máquina onde a metodologia SMED é implementada, deverá ter em conta os períodos de arranque e de desaceleração, a equipa e a definição de metas atingíveis. Estas questões devem ser consideradas em todas as iniciativas de mudança de artigo.

### **2.2.7 Técnicas de apoio à implementação do SMED**

A implementação do SMED é frequentemente apoiada por técnicas de Gestão de Projetos tais como: *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), *Precedence Diagramming Method* (PDM), o *Critical Path Method* (CPM) e o *Resource-based Method*. Algumas das vantagens da utilização destas técnicas são descritas por Hillier and Lieberman (2005) no livro “Introduction to Operations Research”:

1. Permite a representação gráfica das atividades, do seu fluxo e de redes de precedência;
2. Permite estimar o tempo total das tarefas;
3. Possibilita a perceção de quando é que as atividades necessitam de iniciar para que possam terminar no prazo estipulado;
4. Permite a determinação das atividades críticas;
5. Torna possível a perceção do atraso de forma a que a duração total do *changeover* não ultrapasse o previsto.

Durante a realização deste trabalho, recorreu-se à utilização do Microsoft Project para traçar os gráficos *Gantt*. O gráfico *Gantt* é frequentemente utilizado para traçar e calendarizar projetos uma vez que possibilita a gestão de grandes quantidades de informação apresentando, simultaneamente, atividades, recursos e precedências de forma clara e intuitiva. As atividades pertencentes ao caminho crítico também são possíveis de serem realçadas neste tipo de aplicação.

### 3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O Capítulo 3, descreve a empresa, o objeto da sua atividade e a forma de organização da produção. Esta descrição tem por objetivo dar a conhecer e contextualizar o ambiente em que decorreu o projeto.

#### 3.1 Apresentação e breve história da Ansell Portugal

Denominação: Ansell Portugal, Industrial Gloves, Sociedade Unipessoal, Lda.

Localização: Zona Industrial – S. Miguel – Vila Nova de Poiares.

Natureza jurídica: Sociedade Unipessoal por Quotas.

NIPC: 502 295 066

C.A.E: 32994 – Produção de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

Morada: Zona Industrial – S. Miguel, Apartado 41, 3350-214 Vila Nova de Poiares.

Telefone: +351 239 429 070

Fax: +351 239 429 079

Site: [www.ansell.com](http://www.ansell.com)

A Ansell Portugal (Figura 5) teve a sua origem na anterior empresa, Franco Manufactura de Luvas, Lda., instalada na Zona Industrial de Vila Nova de Poiares em 1989. A empresa iniciou a sua atividade em outubro de 1990 com 53 trabalhadores e uma Linha de Produção (LP1) com uma capacidade produtiva de 12.000 pares de luvas por dia, laborando em 2 turnos diários.



Figura 5: Ansell Portugal, vista aérea.

O processo de fabrico tinha origem em teares circulares que produziam o tecido. O tecido, era cortado e costurado na secção de Costura dando origem às luvas. Posteriormente, as luvas entravam numa linha de vulcanização onde eram mergulhadas num composto químico à base de látex sintético e, finalmente, vulcanizadas em fornos alimentados a gás propano.

Em outubro de 1992, é instalada uma nova máquina a qual trabalhava exclusivamente para uma empresa alemã. Nessa altura, face a uma redução na produção de tecido e na costura das luvas, a empresa passa a importar luvas de algodão prontas a revestir.

Em 1994, o departamento de Manutenção da empresa, projeta e constroi 2 novas linhas de produção (LP2 e LP3). A capacidade de produção da empresa aumenta significativamente o que resulta num incremento do número de trabalhadores. Em 1994 a empresa contava já com 112 trabalhadores. Em 1996, a empresa produzia 8,4 milhões de luvas anualmente.

Em outubro de 1996 a empresa é adquirida pela London International Group – fabricante e distribuidor de luvas cirúrgicas, preservativos e produtos farmacêuticos, nomeadamente medicamentos e ligaduras. A esta ampla gama de produtos está associada uma rede comercial à escala mundial, o que projeta a marca Marigold® nos cinco continentes.

A mudança de cultura da empresa preconizada pela nova administração, resulta numa reorganização da estrutura e num elevado crescimento da atividade industrial.

A área fabril duplica durante os anos de 1996 e 1997. É construída mais uma máquina de vulcanização de luvas (LP4), com capacidade para produzir cerca de 3,5 milhões de pares anualmente. Nesta fase da vida da empresa eram produzidas e vendidas cerca de 13,0 milhões de pares de luvas por ano e a empresa empregava 180 pessoas.

Em maio de 1997 a empresa é reconhecida ao nível da qualidade, sendo certificada pelo INSPEC segundo a norma ISO 9003. De imediato a empresa inicia a implementação de um Sistema de Garantia de Qualidade segundo a norma ISO 9002, tendo obtido a respetiva certificação em abril de 1998.

Em junho de 1999 ocorre a fusão entre a London International Group e a Seton Scholl Healthcare, donde resulta a criação do Grupo SSL International Plc. Apesar desta alteração, a estratégia de gestão manteve-se.

Em 2000 e 2001 a empresa optou pela diversificação dos produtos fabricados, o que implicou um investimento em 30 máquinas de tricotar e 2 máquinas de aplicação de PVC. O número de

trabalhadores aumentou para 212 e a empresa inicia a produção de luvas tricotadas, utilizando diversos tipos de fios, nomeadamente, de algodão e técnicos como o Kevlar® ou Spectra®, usados para produzir luvas sem costura. Paralelamente, aplicam-se às luvas tricotadas pintas em PVC e revestimentos em Poliuretano ou Nitrilo.

Em julho de 2002, a empresa obtém a certificação do seu Sistema de Gestão Ambiental segundo a norma NP EN ISO 14001:1996, pela SGS.

Em novembro de 2002, a SSL International Plc vende à Comasec SAS a divisão de luvas Marigold Industrial®, passando a Franco Manufactura de Luvas, Lda., a pertencer a este grupo francês.

Em abril de 2003, a empresa efetua a transição da certificação da norma ISO 9002:1994 para a ISO 9001:2000.

Em 2004 é alterada a denominação social da empresa para Marigold Industrial Portugal – Luvas Industriais, Unipessoal, Lda. Ainda durante 2004, são adquiridas mais 44 máquinas de tricotar, aumentando a sua capacidade anual de luvas tricotadas para cerca de 3 milhões de pares. A secção de Costura é reconvertida para fazer o acabamento das luvas tricotadas e a antiga Tecelagem é transformada numa secção de Tricotagem. Este aumento da capacidade produtiva reflete-se num aumento dos recursos humanos que sobe para 230 pessoas.

A Marigold Industrial Portugal, instalada num terreno com uma área total de 21.615 m<sup>2</sup>, ampliou em 2005 as suas instalações fabris, tendo sido construído o Edifício Têxtil onde foram instalados os processos de Acabamento e Embalagem de luvas tricotadas. Ainda em 2005, o Grupo Comasec decide encerrar três das suas fábricas, pelo que no final de 2006 teve início a ampliação do Edifício Têxtil com o objetivo de criar condições para incorporar os processos fabris das unidades industriais de França e da Tunísia.

Os trabalhos de ampliação terminaram em meados de 2007 e foram transferidos para o Edifício Têxtil, a Tricotagem e o Armazém Geral. Com esta expansão a área coberta total da Marigold Industrial Portugal passou de 6.609,15 m<sup>2</sup> para os atuais 9.517,15m<sup>2</sup>.

Em 2009 a Marigold Industrial Portugal deu início a um projeto de aplicação dos princípios *Lean Manufacturing* nos seus processos de fabrico, cujos principais objetivos eram aumentar a flexibilidade produtiva e maximizar a criação de valor para os *stakeholders* da empresa. Nesta fase de implementação do *Lean Manufacturing* há um especial enfoque na eliminação e/ou na redução do desperdício, nomeadamente na eliminação de tarefas relacionados com a movimentação manual de cargas e com o trabalho repetitivo.

Em 2010 os processos produtivos são reorganizados em três grandes áreas: Hycron, Hyflex e Têxtil, tendo sido este o primeiro passo para o aumento da eficiência da Organização e para tornar a empresa mais competitiva no negócio das luvas industriais. Ainda durante esse ano, a empresa renova o Sistema de Gestão da Qualidade de acordo com os requisitos da norma ISO 9001:2008.

Em agosto de 2012 a empresa obtém a certificação do Sistema de Gestão, Desenvolvimento e Inovação de acordo com os requisitos da norma NP 4457:2007. Em setembro, a empresa, então pertencente ao Grupo Comasec SAS, é adquirida pelo Grupo Ansell Limited. Em dezembro desse mesmo ano a denominação social é alterada para Ansell Portugal – Industrial Gloves, Sociedade Unipessoal, Lda.

A partir de 2012 ocorre uma profunda alteração no modelo de gestão passando o *Lean Manufacturing* e o *Six Sigma* a serem introduzidos como ferramentas e metodologia na melhoria contínua dos processos produtivos.

Atualmente, a empresa dispõe de 5 máquinas de recobrimento de fio, 300 máquinas de tricotar, 6 linhas de vulcanização, 6 máquinas de aplicação de PVC, 60 máquinas de costura, entre diversos outros equipamentos para acabamento, embalagem e transporte das luvas. O número de colaboradores subiu para 326. A empresa vende cerca de 14,0 milhões de pares de luvas o que representa uma faturação de cerca de 20,0 milhões de Euros.

### **3.2 Grupo Ansell Limited**

A história do grupo remonta a 1888, quando John Boyd Dunlop inventa o pneumático na Irlanda e funda a Dunlop Pneumatic Tyre Company. A marca rapidamente se expande.

Em 1893, a Dunlop UK instala uma fábrica de pneus de bicicleta em Melbourne e em 1899 vende o seu negócio na Austrália passando a sua designação para Dunlop Pneumatic Tyre Company of Australasia Ltd.

Em 1920 a então Dunlop Pneumatic Tyre Company of Australasia Ltd., altera a sua denominação para Dunlop Rubber Company of Australia Limited e após se tornar uma empresa cotada na Bolsa de Valores de Melbourne passa a denominar-se Ansell Limited.

Depois de vários anos dedicados à investigação e desenvolvimento, em 1975 a Ansell construiu uma unidade de produção de luvas na Malásia, começando no ano seguinte a exportar para o Reino Unido luvas para uso doméstico.

Em 1991, a Ansell tornou-se líder mundial no fornecimento de luvas cirúrgicas e de luvas para uso doméstico e industrial.

A Ansell é atualmente o maior fabricante e distribuidor mundial de soluções de proteção. Desenvolve e fabrica uma ampla gama de soluções de proteção que atendem às constantes necessidades dos mercados e das indústrias. A proteção é a sua principal preocupação. A segurança de milhões de pessoas em todo o mundo depende de Ansell nas suas vidas profissionais e pessoais.

A Ansell emprega mais de 15.000 pessoas e está representada em 55 países possuindo unidades industriais e de desenvolvimento em 12 países (figura 6).



Figura 6: A Ansell no mundo.

A Ansell divide o seu negócio em 3 segmentos: soluções industriais, soluções médicas e soluções de uso individual para áreas específicas.

### Soluções Industriais

A Industrial Global Business Unit da Ansell é responsável pela fabricação e comercialização de soluções de proteção de alto desempenho (EPI), nomeadamente para proteção das mãos, pés e corpo, para amplas aplicações industriais. A Ansell protege trabalhadores e produtos em todo o mundo para diversas indústrias: automóvel, química, metalomecânica, alimentar, mecânica, aeronáutica (figura 7), petrolífera, mineira, militar, aeroespacial, entre outras.



Figura 7: Proteção individual para indústria aeronáutica.

### Soluções médicas

A Medical Global Business Unit da Ansell oferece diversos produtos de segurança para pacientes e profissionais de saúde (figura 8). A gama inovadora de luvas médicas e dispositivos de segurança médica são projetados para prevenir reações alérgicas e proteger lesões corporais em ambientes clínicos.



Figura 8: Proteção individual para a saúde.

### Soluções de uso individual para áreas específicas

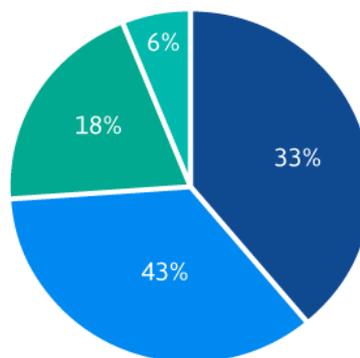
A Single Use Global Business Unit da Ansell, fabrica e comercializa soluções de proteção individual de alto desempenho das mãos e do corpo para aplicações numa ampla gama de indústrias exigentes, com foco especial nas ciências da vida e automóvel *aftermarket* (figura 9).



Figura 9: Proteção individual para a indústria automóvel.

A Ansell Portugal, Lda., faz parte de uma das unidades de produção do Grupo Ansell Limited, trabalhando exclusivamente para o grupo e fabricando luvas de proteção de alto valor acrescentado e desempenho para os setores *premium*. A figura 10 apresenta a distribuição, em percentagem, das vendas do Grupo Ansell Limited segundo a divisão em 4 áreas geográficas: Europa, Médio Oriente e África; América do Norte; Ásia e Pacífico e, América Latina e Caraíbas.

Year after year, Ansell has experienced sales growth in four geographic regions.



Global Sales by Major Regions

● 33% Europe, the Middle East and Africa ● 43% North America ● 18% Asia Pacific ● 6% Latin America/Caribbean

Figura 10: Distribuição da percentagem de vendas do Grupo Ansell nas 4 regiões do planeta. Fonte: [www.ansell.com](http://www.ansell.com) (2018).

A figura 11 ilustra os dados referentes à presença da Ansell no mundo. Com mais de 15.000 colaboradores, escritórios e fábricas em 55 países, 4 centros logísticos e 12 centros de investigação e desenvolvimento sendo um deles em Portugal.



Figura 11: Internacionalização do Grupo Ansell. Fonte: www.ansell.com (2018).

### 3.3 A melhoria contínua

A melhoria contínua na Ansell Portugal é uma preocupação estratégica específica em relação à sua posição quer dentro do grupo de empresas em que está inserida quer em relação à sua posição no mercado e à percepção do cliente. A concorrência existente entre as várias empresas do Grupo Ansell Limited, fomentam a competitividade, o desempenho dos processos, a obtenção de resultados sustentáveis e o retorno dos investimentos efetuados. O forte investimento efetuado na formação dos colaboradores ao nível das metodologias de melhoria contínua nomeadamente, do *Lean Management* e *Seis Sigma* é representativo da preocupação da empresa. Procura-se que os conceitos disseminados não sejam somente aplicados em projetos específicos mas que sejam aplicados nas rotinas diárias de atividades comuns. O facto de a empresa apostar na formação de *Black Belts* e *Green Belts* é uma forma de manter acentuado o foco na estratégia definida e, nesse sentido, a implementação de uma cultura que tem o objetivo facilitar a implementação de projetos e promover a constante melhoria dos seus processos.

### 3.4 Organização da produção

A produção da Ansell está segmentada em 4 áreas produtivas: *Covering*, *Knitting*, *Sewing* e *Dipping*. A área do *Covering* caracteriza-se pela operação de enrolamento de fio em cones os quais irão ser utilizados na zona de *Knitting*. A área de *Knitting* executa a tricotagem do fio originário do *Covering* dando origem aos *liners*. A área do *Sewing* executa os diversos acabamentos das luvas. O *Dipping*

é o processo de revestimento do material têxtil com fluidos que fornece às luvas as especificações necessárias para os diversos tipos de aplicações. A figura 12 representa o layout produtivo da área de *Dipping*, onde se situa a linha de produção LP7.

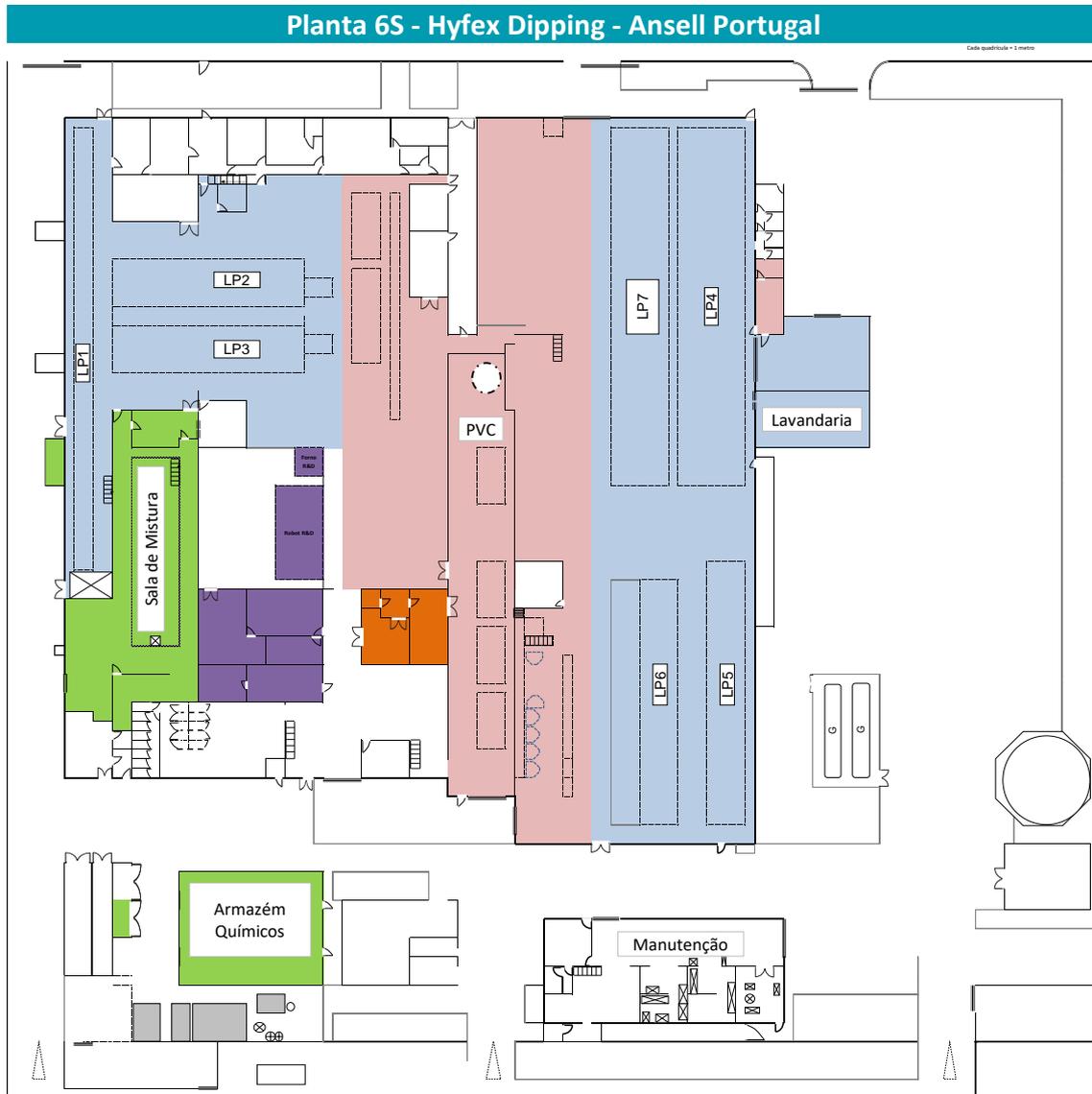


Figura 12: Layout produtivo da área de *dipping*. Fonte: [www.ansell.com](http://www.ansell.com) (2018).

### Processo produtivo das luvas tricotadas

No processo de fabrico de luvas tricotadas são utilizadas máquinas automáticas de tricotar. As máquinas são alimentadas com fios naturais ou sintéticos, dependendo da especificação do artigo. A máquina é programada tendo em conta, entre outros, o comprimento dos dedos e a largura da palma. Uma vez tricotados, os *liners* (luvas em material têxtil) são encaminhados para a atividade seguinte, de acordo com a gama operatória do artigo.

### **Processo produtivo das luvas revestidas**

O processo de revestimento das luvas divide-se em 2 áreas. A área do *Nitrotough* em que a base é uma luva de algodão posteriormente revestida a nitrilo e a área de *Seamless* em que a base é uma luva tricotada com fios especiais sem costura. O acabamento das luvas pode passar por 3 circuitos diferentes: as luvas com pontos PVC (Plastisol), as luvas revestidas com Poliuretano (PU) e as luvas revestidas a NBR.

### **Luvas de algodão com revestimento a Nitrilo**

O processo produtivo de revestimento a Nitrilo das luvas de algodão é efetuado em linhas de produção. O processo é iniciado com a operação de calçar as luvas em moldes cerâmicos ou de alumínio, fixos em barras. O equipamento movimenta as barras através de correntes transportadoras ou de sistemas robotizados efetuando a imersão das luvas em tanques de compostos de Nitrilo, de tanques de tratamento de superfície e de lavagem em água. A linha de produção inclui ainda um forno alimentado a gás propano onde decorre o processo de vulcanização que consiste no estabelecimento de ligações por pontes de enxofre e zinco entre as várias moléculas do polímero. O processo ocorre com uma temperatura compreendida entre os 105° C e os 135°C. Após produção, as luvas revestidas são inspecionadas.

### **Luvas sintéticas com revestimento a Poliuretano (PU) ou Nitrilo**

O processo de revestimento de luvas sintéticas de poliamida efetua-se numa linha de produção. À semelhança do processo de revestimento das luvas de algodão, estas, são calçadas em moldes de cerâmica que posteriormente são aquecidos e imersos numa solução aquosa de ácido (pré-coagulante). Segue-se a imersão em espuma de Poliuretano ou Nitrilo, dependendo das especificações do artigo. O revestimento é seco e reticulado num forno a temperaturas compreendidas entre os 85°C e os 146°C. Após estas operações as luvas são descalçadas das barras e encaminhadas para a lavandaria.

Para além dos processos de fabrico e de revestimento dos *liners* existem outras operações complementares ao processo.

### **Aplicação de Plastisol**

A aplicação de Plastisol ou pontos de PVC, pode ser efetuada em luvas produzidas internamente ou em luvas importadas normalmente do Sri-Lanka ou Hungria. A aplicação do Plastisol tem por objetivo melhorar a aderência ao manuseamento e aumentar a sua durabilidade. Esta operação consiste na impressão serigráfica de uma pequena quantidade de Plastisol no material têxtil e sua posterior reticulação num forno elétrico. Segue-se a identificação das luvas por meio de carimbo e o seu encaminhamento para a secção de acabamento.

### **Lavagem das luvas**

As luvas provenientes dos diferentes processos de produção de aplicação de revestimentos são lavadas em máquinas de lavar industriais automáticas para remoção de manchas, resíduos e excesso de pré-coagulante. Durante a lavagem, as luvas são ainda submetidas a um processo de tratamento que lhes confere propriedades hidrofóbicas. Ainda na secção da lavandaria, as luvas são secas em secadores industriais durante um período de cerca de 50 minutos.

### **Embalamento**

O embalamento das luvas consiste em agrupar as luvas e colocá-las em sacos plásticos conjuntamente com a identificação do artigo e a informação ao consumidor. As luvas são acondicionadas em caixas, fechadas e identificadas de acordo com os requisitos do cliente. No final, as caixas são colocadas em paletes devidamente identificadas e enviadas para o armazém de produto acabado.

### **Preparação do revestimento**

O processo de preparação dos compostos de revestimento das luvas é efetuado na Sala de Mistura sob responsabilidade do Departamento de Operações da Ansell. Para a produção de luvas revestidas a Nitrilo é preparado um composto à base de borracha sintética de acrilonitrilo-butadieno (NBR) de base aquosa ao qual se adicionam aceleradores de vulcanização, espessantes, pigmentos e outros aditivos. Os compostos são agitados em misturadores e bombeados para silos de armazenamento.

Os revestimentos de compostos de Poliuretano são preparados à base de espuma de Poliuretano (PU) de base aquosa aditivados de agentes de reticulação, agentes molhantes, branqueadores ópticos, entre outros. No final, os compostos são armazenados em contentores que posteriormente são enviados para as linhas de produção.

O processo de produção de revestimento com pintas PVC (Plastisol) utiliza uma base de preparação de PVC (Plastisol) onde é misturada uma resina de PVC com o plastificante e os restantes componentes, tais como aceleradores de reação, espessantes, pigmentos, etc.

## **3.5 Análise SWAT**

### **Pontos fortes:**

1. Proximidade ao seu principal mercado de grande consumo (Europa Central), traduzindo-se num reduzido *lead time*, muito valorizado pelos clientes;

2. Profundo conhecimento do tecido empresarial e das estruturas de consumo europeias;
3. Especialização em luvas com elevada resistência ao corte, fator que está associado a um elevado valor acrescentado;
4. Integração num grupo com forte representação nos mercados mundiais de grande consumo (Europa, EUA, Canadá, América Latina, Ásia Pacífico);
5. Elevado poder negocial junto de clientes e fornecedores devido à centralização das suas compras e vendas;
6. Certificação nos Sistemas de Gestão Ambiental, Gestão da Qualidade e Gestão da Investigação, Desenvolvimento e Inovação, o que facilita a aquisição de uma cultura de melhoria contínua por parte dos colaboradores;
7. Investimento no desenvolvimento de novos produtos, possui equipas de técnicos especializados estritamente dedicados a este propósito;
8. Permanente busca de soluções inovadoras e elevado foco em projetos de melhoria dos processos e produtos existentes.

**Pontos fracos:**

1. Estratégia empresarial subordinada aos interesses do Grupo Ansell resultando em falta de alguma autonomia de decisão em áreas estratégicas nomeadamente na engenharia dos processos;
2. Ausência de visibilidade do stock nos Armazéns Centrais que possibilite a gestão da produção em função da procura nesses espaços, possibilitando a manutenção de baixos níveis de stocks de produtos acabados e de matérias-primas;
3. Trabalho manual e minucioso nos processos fabris nomeadamente, no calçar as luvas de algodão nos moldes antes de serem mergulhadas no composto;
4. Elevada sensibilidade do processo de vulcanização onde variáveis como a temperatura ambiente que têm por vezes um impacto negativo muito elevado;
5. Cerca de 50% das máquinas de tricotar são antigas o que condiciona a eficiência global da secção e aumenta o retrabalho devido a linhas pendentes.

## 4. ANÁLISE DO PROCESSO E DEFINIÇÃO DO PROJETO

No Capítulo 4, o processo é enquadrado e os fluxos e as mudanças de artigo descritos. São definidos os requisitos e os objetivos aliados à perspectiva da organização para o desenvolvimento das bases do projeto.

### 4.1 Análise do processo

O desenvolvimento deste projeto centra-se na linha produtiva de revestimento de *liners* (LP7) pelo que se torna importante contextualizar o seu fluxo de valor.

Cerca de 80% do volume de negócios da Ansell Portugal é produzido na área de *Seamless*. Os artigos desta área centram-se fundamentalmente na gama de produtos designados por *Hyflex* representando mais de 150 referências. Estes produtos, de características diferenciadoras e de elevado valor acrescentado, têm como mercado-alvo as indústrias aeroespacial, automóvel, eletrónica, metalomecânica e indústria pesada. As especificações dos artigos conduzem a uma grande variabilidade de gamas operatórias as quais são representadas na figura 13.

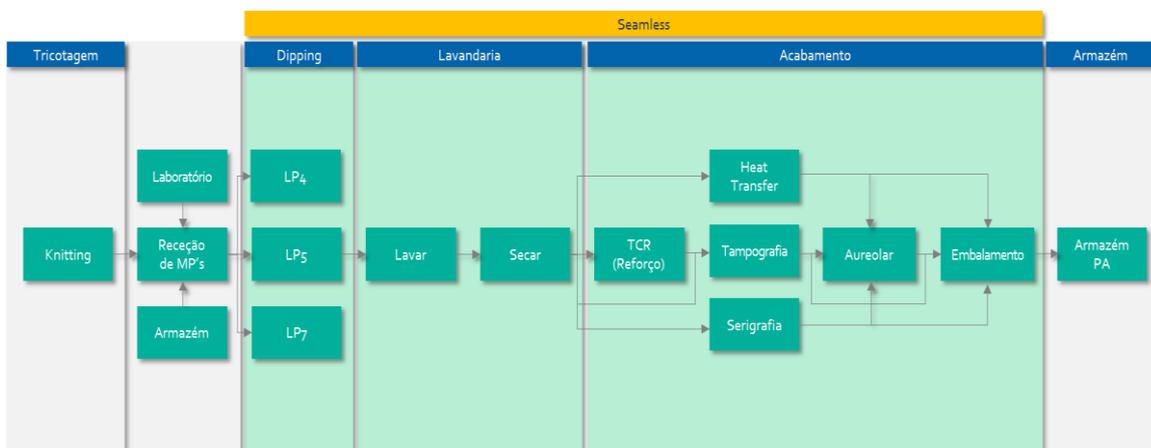


Figura 13: Fluxo de produção da área Seamless.

#### 4.1.1 SIPOC do processo de produção na linha de revestimento LP7

O SIPOC (acrónimo de *Supplier, Input, Process, Output e Customers*) é uma ferramenta que ajuda o “dono” do processo e todos os intervenientes a definirem fronteiras nas quais se irão trabalhar. Este método de mapeamento de informação permite perceber a ligação entre os processos de uma organização e os seus fornecedores e clientes. É sobretudo uma técnica visual para a qual é

necessário representar e descrever num diagrama os diferentes elementos do processo. A partir daqui conseguimos inferir o caminho entre *inputs* e *outputs* principais – que *outputs* estão a ser produzidos e que não são utilizados e o que é que não pode mesmo falhar. Esta representação permite-nos questionar os processos atuais e identificar oportunidades de melhoria. O SIPOC do processo de revestimento de *liners* na LP7 está representado na figura 14.

### SIPOC DO PROCESSO

Suppliers	Input	Process	Outputs	Customers
<i>Quem providencia os recursos?</i>	<i>Recursos necessários</i>		<i>Resultado do processo</i>	<i>Quem faz uso dos resultados?</i>
Fornecedor de ácido pré-coagulante	Gás	MT1 - Calçar	Luvas revestidas	TCR – Reforço das luvas
Fornecedor de pós-coagulante	Liners	ET1 - Secar	Água contaminada	Carimbo
Sala mistura (in house)	Composto	TQ1 - Pré-Coagular	Composto excedente	Embalagem
Fornecedor de sulfato	Ácido	ET2 - Secar	Ácido excedente	Qualidade
Fornecedor de energia	Sulfato	ET3 - Dipar 1.º	Pós-coagulante excedente	Armazém PA
Fornecedor de gás	Água	ET2 - Secar	Sulfato excedente	Regiões (EMEA/LAC)
Tricotagem (in house)	Electricidade	ET3 - Dipar 2.º	Liners excedentes	
Água (in house)	1 Operador	ET3 - Dipar 2.º		
	3 Calçadores	TQ4 - Sulfato		
	Ar comprimido	TQ5 - Pós-coagular		
	Engenharia de processo	TQ6 - Leaching		
	Especificação de produção do artigo	TQ7.1 - Leaching		
	Barras com moldes de 6 pares	TQ7.2 - Leaching		
		ET4 - Secar		
		FN1 - Galvanizar		
		FN2 - Galvanizar		
		FN3 - Galvanizar		
		MD1 - Descalçar		

Figura 14: SIPOC do Processo de revestimento de liners da LP7.

A representação do SIPOC do processo da linha de produção de revestimento LP7 facilita através de uma perceção macro, a compreensão do processo de uma forma mais estruturada e objetiva das relações que se estabelecem.

#### 4.1.2 Linha de produção LP7

A linha produtiva de revestimento de luvas têxteis (*liners*), designada por LP7 (figura 15), é constituída por um sistema complexo de componentes mecânicos e electrónicos que visam criar um fluxo sequencial de passagem por tanques que contêm fluidos químicos onde os *liners* são imersos e a vulcanização se efetua em fornos.



Figura 15: Linha de Produção LP7.

O transporte das barras ao longo do equipamento é efetuado através de uma corrente e por meio de elementos robotizados que efetuam a imersão dos *liners* nos tanques de compostos químicos. A imersão dos *liners* nos tanques pode ser efetuada de três formas distintas, consoante as características do produto: *Full Dip* (mergulho do liner até ao pulso),  $\frac{3}{4}$  (mergulho da palma e dedos) e *Palm Fit* (mergulho da palma e metade dos dedos).

O equipamento é operado por 4 colaboradores sendo 1, o responsável pela monitorização e o controlo do processo e os restantes 3 responsáveis por alimentar a máquina ou seja, pela tarefa de calçar os *liners* nos moldes. A cadência é determinada pela velocidade do equipamento e, por isso, o ciclo completo das barras pode variar entre os 270 (4:30:00 horas) e os 330 minutos (5:30:00 horas), dependendo da especificação do artigo a produzir.

A figura 16, ilustra as estações do equipamento e o sentido que determina o fluxo de processos na linha LP7.

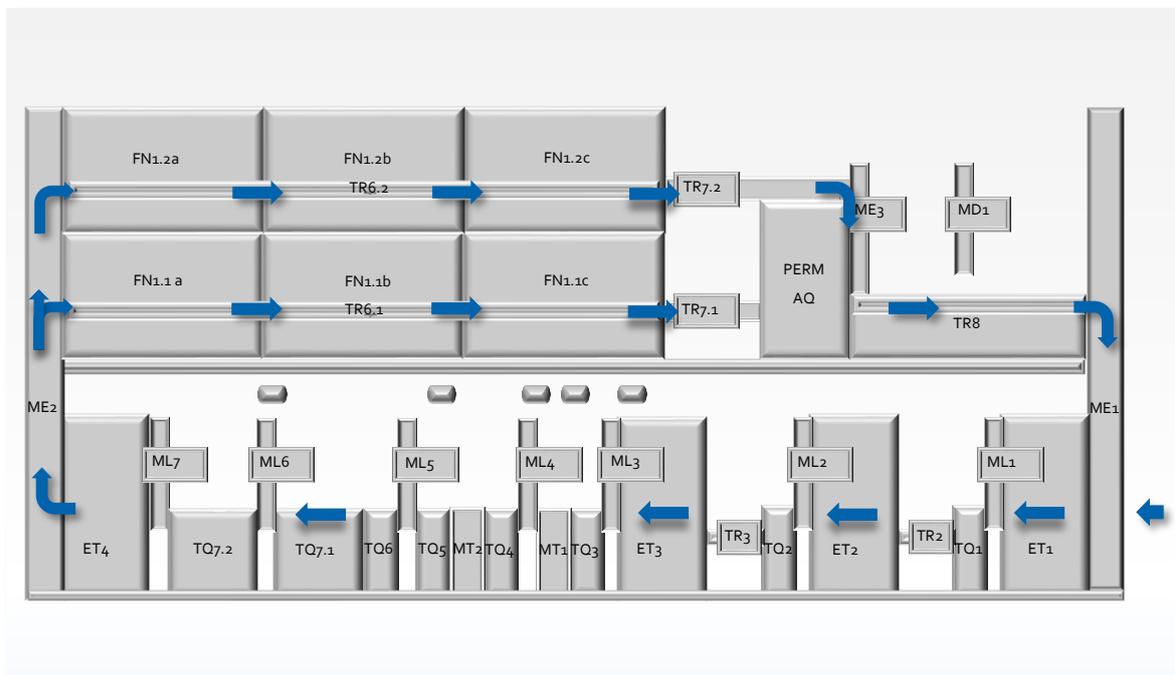


Figura 16: Fluxo e sentido da produção ao longo das estações na LP7.

O processo inicia-se com o calçamento manual dos *liners* nos moldes das barras (ME1). A máquina inicia o ciclo de produção percorrendo as estações do equipamento através de estufas (ETs), tanques de imersão (TQs), fornos de vulcanização (FNs) e descalçamento automático (MD1) das luvas revestidas. O fluxo de operações no equipamento, o tempo de percurso e as características de imersão nos compostos é variável e depende das características do artigo a fabricar.

O foco deste projeto é reduzir o tempo de *setup* do equipamento. Assim, partiu-se da base das mudanças de artigo mais complexas, aquelas que continham mais tarefas associadas de forma a criar uma base de trabalho que pudesse ser replicada e adaptada para as restantes operações de mudança de artigo. Desta forma, o primeiro estudo teve como objetivo efetuar o levantamento de todos os artigos passíveis de serem produzidos na linha de produção LP7.

Na sequência da especificidade do equipamento, a produção da LP7 traduz-se no fabrico de 5 famílias de artigos, que correspondem a cerca de 63 artigos diferentes. O que irá caracterizar as tarefas de mudança necessárias são as características dos fluídos utilizados e fluxo de imersão nos tanques da LP7 de cada uma das famílias de artigos (tabela 1). Assim, cada família de artigos tem parametrizações, circuitos e fluídos específicos. Para além disso, outro dos fatores necessários a ter em conta nas tarefas de mudança é a quantidade da procura, uma vez que dela depende o número

de barras de moldes, por tamanho, necessários para satisfazer a procura. Estes princípios permitiram identificar a mudança mais complexa, a qual servirá de base à realização deste projeto.

Tabela 1: Identificação do fluxo de produção da família de artigos na LP7.

	Ácido	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Sulfato	Pós-coagul.	Leaching	Leaching
Família/TQ	TQ1	TQ2	TQ3	TQ3E	TQ4	TQ5	TQ7.1	TQ7.2
<b>11-816</b>	SCOAGN	-	-	F11435	-	-	-	H2O
<b>Swan Cut</b>	S11931	F11932	F11933	-	XXSo4	-	H2O	H2O
<b>11-909</b>	SCOAGN	-	F0153	-	XXSo4	ABC	H2O	H2O
<b>N1000</b>	SCOAGN	-	F0153	-	XXSo4	-	H2O	H2O
<b>N3500</b>	SCOAGN	-	F0153	-	XXSo4	-	H2O	H2O

*\*Nota: Por motivos de confidencialidade ocultaram-se as designações dos compostos utilizados.*

A tabela 2, é uma matriz descritiva de operações de mudança organizada por família de artigos fabricados na LP7. A matriz apresenta as 5 famílias de artigos atualmente fabricados na LP7 e um resumo das intervenções necessárias em cada estação da máquina de acordo com a mudança de artigo pretendida.

A matriz centra-se essencialmente nas operações a efetuar nos tanques do equipamento. As operações variam de acordo com a mudança e passam pelo abastecimento, esvaziamento e limpeza dos diferentes tanques da máquina. De salientar que embora não seja obrigatoriamente necessário efetuar a mudança de água nos tanques 7.1 e 7.2, está prevista a limpeza dos tanques, pelo que a mudança da água é inevitável. O estudo efetuado foi o primeiro passo para entender o processo e a especificidade das operações aquando das mudanças.

A análise efetuada na matriz não descreve ainda as operações variáveis de troca de ferramentas nomeadamente, de substituição de barras – operação que varia de acordo com a procura e, no que diz respeito às parametrizações e regulações do equipamento como por exemplo, regulações de temperaturas nas estufas e nos fornos.

Tabela 2: Matriz descritiva de operações de mudança para artigos produzidos na LP7.

MATRIZ DE OPERAÇÕES POR FAMÍLIA DE ARTIGOS NA LP7																																														
PRODUÇÃO SEGUINTE	EM MAQUINA	11-816								SWAN CUT								N1000 (11909)								N1000								N3500												
		TO1	TO2	TO3	TO3E	TO4	TO5	TO6	TO7.1	TO7.2	TO1	TO2	TO3	TO3E	TO4	TO5	TO6	TO7.1	TO7.2	TO1	TO2	TO3	TO3E	TO4	TO5	TO6	TO7.1	TO7.2	TO1	TO2	TO3	TO3E	TO4	TO5	TO6	TO7.1	TO7.2	TO1	TO2	TO3	TO3E	TO4	TO5	TO6	TO7.1	TO7.2
11-816	TO1	SCOAGN								▽△																																				
	TO2										▽△																																			
	TO3											▽△																																		
	TO3E				F11435								▽△																																	
	TO4													△																																
	TO5														▽△																															
	TO6																																													
	TO7.1																																													
TO7.2								H <sub>2</sub> O																																					▽△	
SWAN CUT	TO1	▽△							S11931										▽△									▽△									▽△									
	TO2		△							F11932										△									△									△								
	TO3			△							F11933										▽△									▽△									▽△							
	TO3E				▽△																																									
	TO4					△								Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>																																
	TO5																																													
	TO6																																													
	TO7.1																	H <sub>2</sub> O																									▽△			
TO7.2																																										▽△				
N1000 (11909)	TO1								▽△										SCOAGN																											
	TO2									▽△																																				
	TO3			△							▽△																																			
	TO3E				▽△																																									
	TO4																																													
	TO5																																													
	TO6																																													
	TO7.1																																										▽△			
TO7.2																																										▽△				
N1000	TO1								▽△																			SCOAGN																		
	TO2									▽△																																				
	TO3			△							▽△																																			
	TO3E				▽△																																									
	TO4																																													
	TO5																																													
	TO6																																													
	TO7.1																																										▽△			
TO7.2																																										▽△				
N3500	TO1								▽△																			SCOAGN																		
	TO2									▽△																																				
	TO3			△							▽△																																			
	TO3E				▽△																																									
	TO4																																													
	TO5																																													
	TO6																																													
	TO7.1																																										▽△			
TO7.2																																										H <sub>2</sub> O				

Nota: As operações variáveis não estão descritas na matriz.

página deixada intencionalmente em branco

O estudo e análise dos artigos fabricados na linha de produção LP7 concluiu que a operação de mudança de maior complexidade, ou seja, aquela em que será necessário efetuar um número maior de tarefas e de maior complexidade é a referente à mudança do artigo **N1000 para o artigo Swan Cut**. Está assim identificada a base de origem do trabalho a desenvolver.

A tabela 3, apresenta resumidamente, as alterações necessárias nas diferentes estações do equipamento aquando da mudança do artigo **N1000 para o artigo Swan Cut**. De salientar que para além destas alterações, será necessário efetuar troca de ferramentas nomeadamente, mudança de barras e operações de parametrização do equipamento.

Tabela 3: Operações necessárias para a mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut na LP7.

		N1000															
		ET <sub>1</sub>	TO <sub>1</sub>	ET <sub>2</sub>	TO <sub>2</sub>	ET <sub>3</sub>	TO <sub>3</sub>	TO <sub>4</sub>	TO <sub>5</sub>	TO <sub>6</sub>	TO <sub>71</sub>	TO <sub>72</sub>	ET <sub>4</sub>	FN <sub>1</sub>	FN <sub>2</sub>	FN <sub>3</sub>	
Swan Cut	ET <sub>1</sub>	+ $\pi$ °C															
	TO <sub>1</sub>		▽▲														
	ET <sub>2</sub>			+ $\gamma$ °C													
	TO <sub>2</sub>				▲ $\alpha$ °C												
	ET <sub>3</sub>					+ $\delta$ °C											
	TO <sub>3</sub>						▽∪▲										
	TO <sub>4</sub>							=									
	TO <sub>5</sub>																
	TO <sub>6</sub>																
	TO <sub>71</sub>											▽∪▲					
	TO <sub>72</sub>												▽∪▲				
	ET <sub>4</sub>													- $\theta$ °C			
	FN <sub>1</sub>														=		
	FN <sub>2</sub>															+ $\alpha$ °C	
	FN <sub>3</sub>																+ $\sigma$ °C

(\*) acresce mudança de barras e parametrização do equipamento. Por motivos de confidencialidade, os valores referentes à variação de temperatura são apresentados na tabela em caracteres gregos ( $\pi$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\sigma$ ).

**LEGENDA**

- ▽ Esvaziar
- ∪ Lavar/limpar
- ▲ Encher

A figura 17 ilustra os dois produtos: à esquerda o N1000 (Hyflex 11-917) e à direita o artigo Swan Cut (Hyflex 11-939).



Figura 17: Artigo N1000 (Hyflex 11-917) e artigo Swan Cut (Hyflex 11-939) produzidos na LP7.

#### 4.1.3 Fluxo de produção do artigo N1000 na linha de produção LP7

O fluxo de produção do artigo N1000, inicia-se com o calçamento dos *liners* nos moldes fixos das barras. Os *liners* percorrem a primeira estufa (ET1) com uma temperatura de  $\chi^{\circ}\text{C}^{(1)}$ , em seguida são imersos no primeiro tanque (TQ1) em uma solução de ácido, pré-coagulante. A continuação do seu percurso é assegurado por correntes e robots transportadores até nova imersão no tanque de composto (TQ3), uma solução química à base de latex e pigmentos. Segue-se a imersão dos *liners* no tanque de sulfato (TQ4) para tratamento da superfície. Posteriormente, os *liners* são imersos nos tanques de *leaching* (TQ7.1 e TQ7.2), onde são banhados com água, a qual tem como função retirar o excesso de composto e de sulfato depositado na sua superfície. Em seguida, os *liners* percorrem a estufa ET4 com uma temperatura de  $\varepsilon^{\circ}\text{C}^{(1)}$  e, posteriormente, são vulcanizados ao entrarem nos fornos (FN) com uma temperatura compreendida entre os  $\gamma^{\circ}\text{C}^{(1)}$  e os  $\kappa^{\circ}\text{C}^{(1)}$ .

---

<sup>(1)</sup>Por motivos de confidencialidade a temperatura e as suas variações não são descritas.

No final, as luvas são retiradas dos moldes (descalçadas) de forma automática (MD1). A barra de moldes segue o seu trajeto até ao ponto inicial (ME1) onde é novamente calçada.

O *flowtime* médio deste artigo é de 278 minutos (4:38:00 h) ou seja, uma produção de 6 pares de luvas a cada 38,61 segundos.

A figura 18 ilustra o ciclo percorrido pelas barras de moldes do artigo N1000 ao longo das estações na LP7.

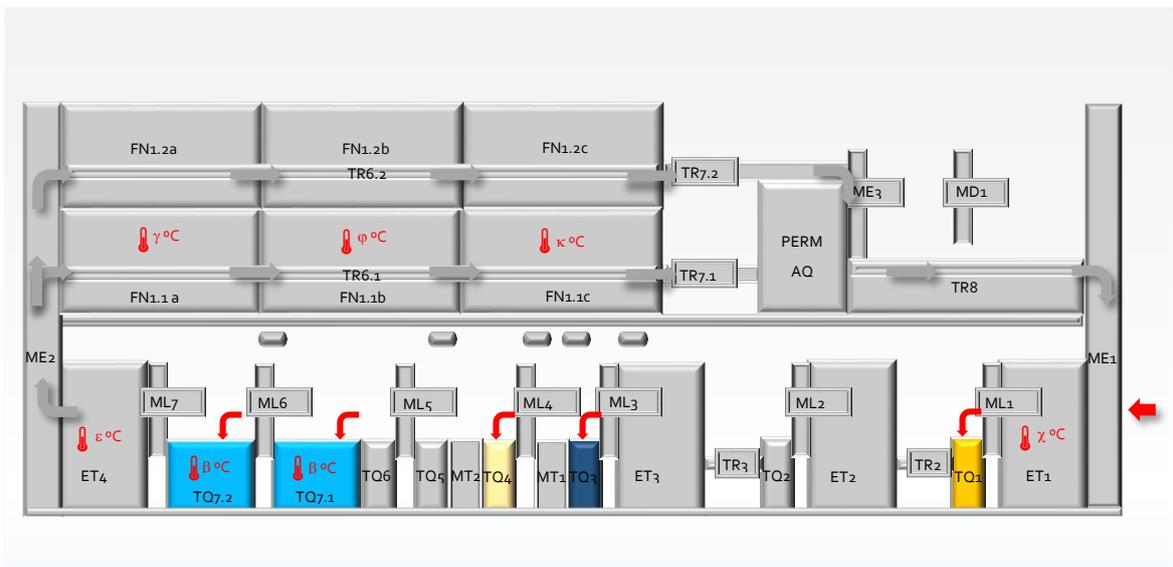


Figura 18: Percurso das barras de moldes durante a produção do artigo N1000 na LP7.

#### 4.1.4 Fluxo de produção do artigo Swan Cut na linha de produção LP7

O fluxo de produção do artigo Swan Cut, inicia-se com o calçamento dos *liners* nos moldes fixos às barras. Os *liners* percorrem a primeira estufa (ET1) com uma temperatura de  $\eta^{\circ}\text{C}^{(2)}$ . À saída da primeira estufa, são imersos no tanque (TQ1) de pré-coagulante, solução de ácido, a uma temperatura de  $\alpha^{\circ}\text{C}^{(2)}$ . Após percorrerem a segunda estufa a uma temperatura de  $\gamma^{\circ}\text{C}^{(2)}$ , fazem uma primeira imersão no primeiro tanque de composto (TQ2). Passam por uma terceira estufa a uma temperatura de  $\delta^{\circ}\text{C}^{(2)}$  e, seguidamente, são imersos no tanque da segunda solução de composto (TQ3). Segue-se a imersão dos *liners* no tanque de sulfato (TQ4) para tratamento da superfície e a posterior imersão nos tanques de *leaching* (TQ7.1 e TQ7.2), onde são banhados com água a uma temperatura de  $\beta^{\circ}\text{C}^{(2)}$ . Seguidamente, os *liners* percorrem a última estufa (ET4) a uma temperatura de  $\chi^{\circ}\text{C}^{(2)}$ . Finalmente, os *liners* são vulcanizados ao entrar nos

<sup>(2)</sup> Por motivos de confidencialidade a temperatura e as suas variações não são descritas.

fornos (FN) com uma temperatura compreendida entre os  $\gamma^{\circ}\text{C}^{(3)}$  e os  $\lambda^{\circ}\text{C}^{(3)}$  e, após a sua saída dos fornos, os moldes são descalçados de forma automática (MD1).

O *flowtime* médio deste artigo é de 284 minutos (4:44:00 h) ou seja, uma produção de 6 pares de luvas a cada 39,44 segundos.

A figura 19 ilustra o ciclo percorrido pelas barras de moldes do artigo Swan Cut na LP7.

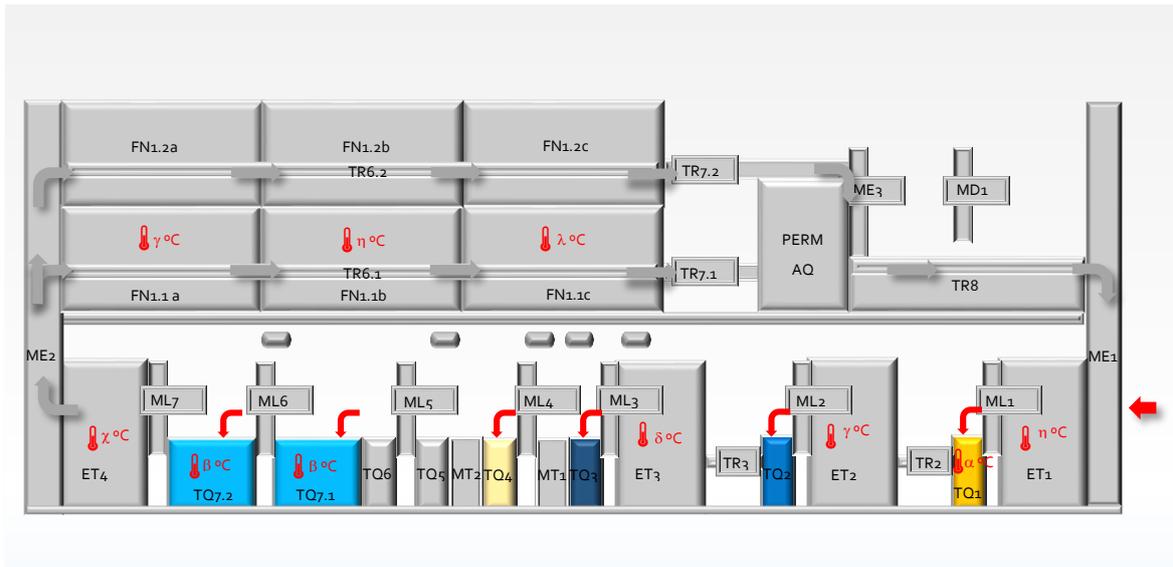


Figura 19: Percurso das barras de moldes durante a produção do artigo Swan Cut na LP7.

#### 4.1.5 Setup do artigo N1000 para o artigo Swan Cut na linha de produção LP7

De acordo com a descrição dos fluxos de produção dos artigos N1000 e Swan Cut, as operações de mudança passam pelas seguintes tarefas fundamentais:

1. Mudança do ácido pré-coagulante do TQ1 – operação que consiste em trasfegar o ácido do tanque TQ1 para um contentor e proceder ao enchimento do mesmo tanque com um novo ácido;
2. Enchimento do tanque de composto TQ2 – operação de enchimento do tanque;
3. Mudança do composto do TQ3 – operação de efetuar a trasfega do composto para um contentor, proceder à lavagem do tanque e ao seu enchimento com um novo composto;
4. Mudança da água nos tanques TQ7.1 e TQ7.2 – operação de esvaziar, lavar e proceder ao enchimento dos tanques com água;

<sup>(3)</sup> Por motivos de confidencialidade a temperatura e as suas variações não são descritas.

5. Parametrização da máquina – operação de regulação das temperaturas das estufas, fornos e dos tanques TQ1 de pré-coagulante e TQ7.1 e TQ7.2 de *leaching*. A parametrização da máquina passa ainda pela regulação ao nível do comando, de velocidades e controlo da imersão dos *liners*, entre outras;
6. Limpeza da máquina – operações de limpeza das estações e dos motores do equipamento;
7. Mudança de barras de moldes – operação variável dependente da quantidade da procura e que consiste em equipar a linha da máquina com a quantidade de barras de moldes definida pela ordem de fabrico. A mudança de barras de moldes efetua-se na estação ME1 e nas estufas ET2 e ET3.

A especificidade das tarefas de mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut, será objeto de análise mais à frente, na descrição das observações, onde se descrevem com detalhe as tarefas necessárias à mudança de artigo.

A figura 20 ilustra de forma resumida as tarefas necessárias à mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut.

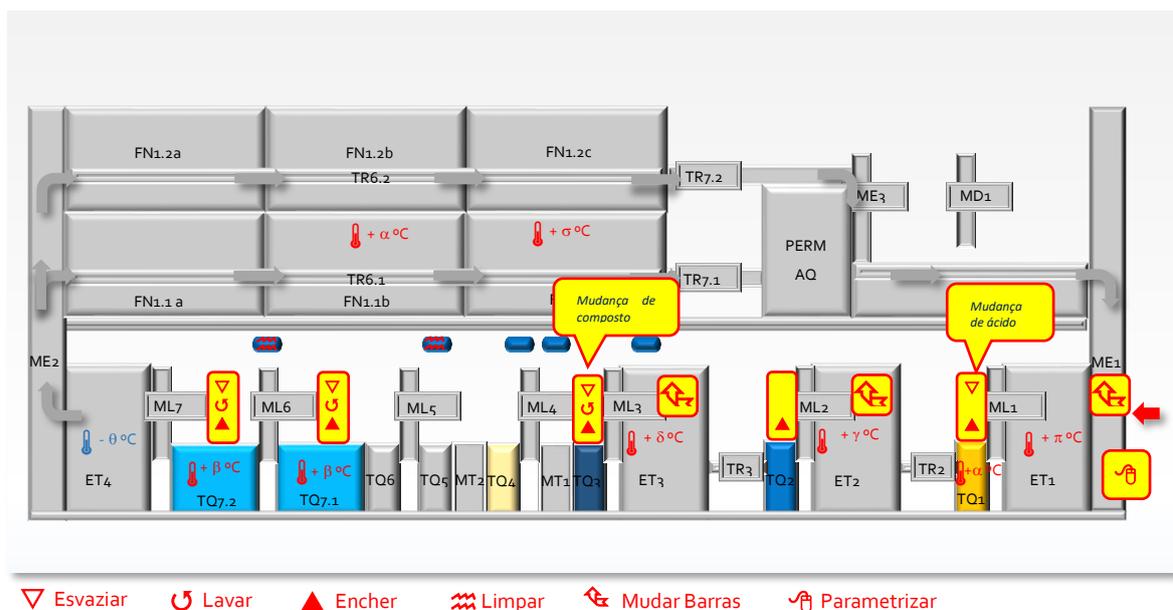


Figura 20: Resumo das tarefas de mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut em cada estação da LP7.

De acordo com a descrição anteriormente efetuada fica claro que as mudanças de artigo na LP7 caracterizam-se por agrupar as seguintes operações principais:

### 1. Troca de ferramentas - Substituição de barras

As exigentes especificações de cada artigo e a variabilidade das quantidades a produzir implicam limitações ao nível das tarefas motivadas pela necessidade de substituir as barras de moldes.

A alteração de barras na composição da linha de produção da LP7 é frequente e, ocorre normalmente durante a mudança de artigo. A LP7 tem capacidade para suportar 432 barras de moldes. Cada barra contém 6 pares de um tamanho específico de molde, os quais podem variar entre o tamanho 6 (mais pequeno) e o tamanho 11 (maior). A máquina permite combinar, por cada artigo, um conjunto variável de barras por tamanhos de forma a permitir responder à composição das encomendas. A composição do número de barras no equipamento é variável, no entanto, verifica-se que a procura dos tamanhos 7, 8, 9 e 10 é superior à procura dos tamanhos 6 e 11, o que implica que a máquina suporte menos barras destes últimos tamanhos.

## **2. Mudança de Configuração e parametrizações**

A mudança de configuração do equipamento ocorre quando a mudança de artigo implica a alteração dos fluidos compostos nos tanques. Neste caso, é necessário proceder ao esvaziamento, limpeza e abastecimento dos tanques e demais componentes. A mudança de configuração é frequentemente acompanhada pela alteração do fluxo produtivo das barras e por uma nova parametrização do equipamento que passa, entre outras por alterações das temperaturas das estufas e dos fornos de acordo com a ficha de especificações de produção do novo artigo.

## **3. Limpeza do equipamento**

Nas mudanças de artigo estão ainda previstas tarefas de limpeza. Estas tarefas englobam a limpeza de componentes mecânicos do equipamento, nomeadamente motores, transportadores, sensores, condutas de extração e espaço envolvente ao equipamento. A limpeza de motores e condutas é efectuada por sopro de ar, operação que foi identificada como um fator crítico. A limpeza do equipamento foi incluída como medida de manutenção preventiva. Na realidade, a necessidade surge dos longos períodos de funcionamento do equipamento já que as séries de fabrico têm uma duração média de 5 dias de produção contínua. Para além disso, a permanente agitação do sulfato no tanque (TQ4) motiva uma grande acumulação de partículas nas áreas envolventes, nos motores e no sistema de extração. A limpeza dos componentes do equipamento é executada pelos operadores do equipamento e, também, por elementos pertencentes ao departamento de manutenção da empresa.

### **4.1.6 VSM – Value Stream Mapping**

A figura 21 da página que se segue representa o mapeamento da cadeia de valor (*Value Stream Mapping*) do artigo Swan Cut (Hyflex 11-931). O mapeamento apurou um *lead time* de 131 horas (5 dias e 11 horas) e um tempo de processamento total de 55,5 segundos.

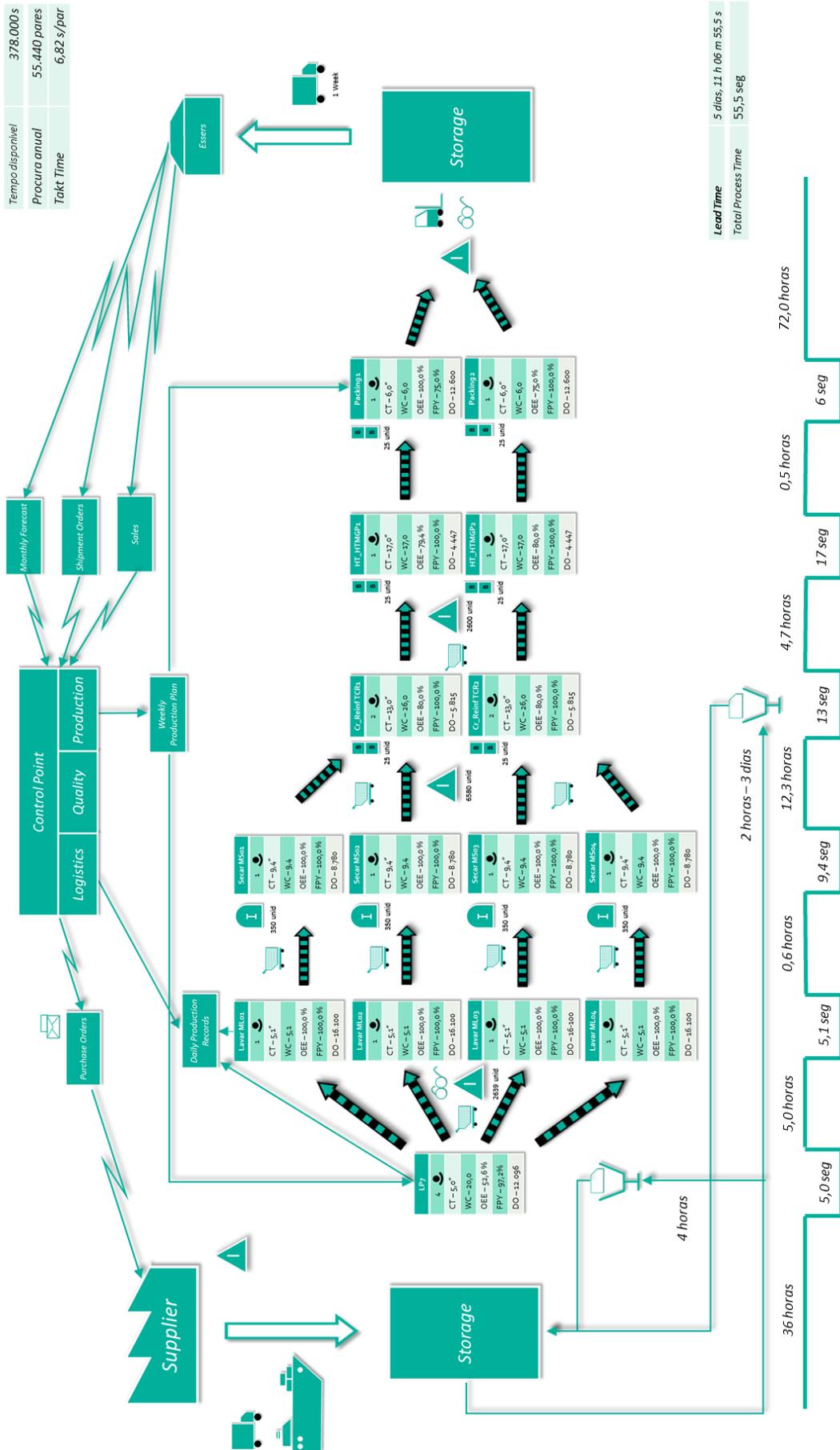


Figura 21: VSM da família Swan Cut - artigo Hyflex 11-931

## 4.2 Definição do projeto

Os pontos que se seguem pretendem definir e clarificar os requisitos e os objetivos do projeto.

### 4.2.1 Descrição do problema

A inexistente informação histórica e a deficiente avaliação das tarefas necessárias à execução das mudanças de artigo da máquina LP7, implica uma paragem de produção, que o planeamento definiu como sendo de 1.440 minutos (24:00:00 horas), independentemente da complexidade da mudança. Este tempo de indisponibilidade tem um impacto significativo na produção, traduzindo-se em percas de rendibilidade, indisponibilidade e aumento da variabilidade do processo. A situação atual, não é compatível com as exigências da Ansell Portugal face à competitividade entre as várias unidades industriais do Grupo Ansell Limited. Por este motivo, urge, à semelhança de melhorias implementadas em outros equipamentos, promover a vantagem competitiva nesta linha de produção, diminuindo o tempo de *setup* do equipamento.

### 4.2.2 Objetivo e metas do projeto

Através da implementação de melhorias no processo, o objetivo final do projeto é reduzir a atual janela aberta pelo planeamento, do tempo de *setup* da LP7 de 1.440 minutos (24:00:00 horas) para 300 minutos (5:00:00 horas). Uma redução do tempo de *setup* de 79,2% que prevê aumentar o OEE do equipamento em 10,0% através do incremento da sua disponibilidade. Em caso algum, o cumprimento do objetivo poderá comprometer a *performance* dos artigos ou o seu *First Pass Yield*.

### 4.2.3 Descrição do projeto

Através da utilização de ferramentas da metodologia *Lean Manufacturing*, pretende-se encontrar uma solução que cumpra os objetivos anteriormente descritos ou seja, a redução dos tempos de *setup* do equipamento LP7, sendo que o tempo de *setup* corresponde ao tempo de paragem do equipamento necessário para a mudança de artigo. A metodologia utilizada irá focar-se em melhorias com menores requisitos de investimento e na análise do processo sobre a perspetiva de *standard work*.

#### 4.2.4 Impacto para o negócio

A redução do tempo de *setup* de 1.440 minutos (24:00:00 horas) para 300 minutos (5:00:00 horas) representa um acréscimo na produção de aproximadamente 20.952 pares de luvas/mensais, cujo custo estimado é de 44.400 €/mensais.

#### 4.2.5 Âmbito do projeto

O projeto, tem no seu âmbito, obter uma *performance* não superior a 300 minutos (5:00:00 horas) na paragem do equipamento LP7 em *setups* mais complexos e exigentes. O projeto não tem por âmbito outros equipamentos que não seja o anteriormente referido.

#### 4.2.6 Indicadores do projeto

Na sequência da especificidade da LP7, houve a imediata necessidade de definir os indicadores de desempenho do processo. Como o tempo é o que se pretende melhorar, faz sentido que este seja o *KPI Improvement (Key Performance Indicator)*. A partir desta definição será definido o indicador de *performance* como um valor percentual de eventos bem-sucedidos (que cumprem o tempo de *setup* definido) mensalmente e que permitirá efetuar o seguimento do projeto e dos seus resultados. A figura 22 traduz a equação para determinação percentual do número de *setups* que cumprem o tempo definido.

$$\frac{\text{n.º eventos com sucesso}}{\text{n.º total de eventos}} \times 100\%$$

Figura 22: Equação KPI improvement, percentagem de eventos que cumprem o tempo de *setup* definido.

O *First Pass Yield* será outro indicador *improvement* do processo apresentado em valor percentual da quantidade de luvas obtidas à primeira em conformidade por lote de artigo produzido. Indicador que pretende avaliar o impacto das ações implementadas na qualidade do artigo. Neste contexto, faz, também, sentido a utilização do indicador *KPI improvement* referente à avaliação da disponibilidade do equipamento que se traduz no rácio entre o tempo de produção do equipamento e o tempo planeado para produção. O objetivo será avaliar se as ações implementadas irão incrementar as horas disponíveis do equipamento abrindo assim uma janela de produção extra. As

figuras 23 e 24 descrevem as fórmulas apresentadas para a determinação da disponibilidade e do *First Pass Yiel*, indicador de qualidade do OEE.

$$\text{Availability (\%)} = \frac{\text{tempo de produção}}{\text{tempo planejado de produção}} \times 100\%$$

Figura 23: Equação para determinação percentual da disponibilidade do equipamento

$$\text{First Pass Yiel (\%)} = \frac{\text{total de artigos produzidos em conformidade}}{\text{total de artigos produzidos}} \times 100\%$$

Figura 24: Equação para determinação percentual do *First Pass Yield* do equipamento.

Os dois indicadores descritos anteriormente estão diretamente ligados ao valor da eficiência do equipamento por isso será utilizado o *OEE (Overall Equipment Effectiveness)* da LP7, como indicador, *KPR (Key Performance Results)* do projeto o qual irá refletir o impacto da variação sentida pelos *KPI*. A figura 25 descreve a fórmula utilizada para a determinação percentual do OEE.

$$\text{OEE (\%)} = \text{disponibilidade} \times \text{performance} \times \text{qualidade}$$

Figura 25: Equação para determinação percentual do OEE do equipamento.

Estes indicadores estarão sempre presentes pois permitirão de forma objetiva monitorizar a evolução do projeto e avaliar o impacto das melhorias implementadas.

#### 4.2.7 Constituição da Equipa

A competência e a especialização dos colaboradores da empresa são fatores de sucesso do projeto. O envolvimento da equipa e a capacidade criativa são ativos valiosos e, por isso, são considerados como parte integrante da tecnologia da empresa.

A criação de uma equipa multidisciplinar promove o aumento do desempenho organizacional e aumenta a dinâmica do projeto de modo perceptível pelo cliente. Assim, a criação de uma equipa competente é um dos pilares de sustentação deste projeto.

O planeamento depende do comprometimento da gestão de topo e do alinhamento com a equipa afeta ao projeto. A tabela 4, descreve os membros da equipa designados para o projeto.

Tabela 4: Descrição dos membros da equipa designados para o projeto.

<i>N.º</i>	<i>Team Member(s)</i>	<i>Role</i>	<i>Department</i>	<i>Position</i>
1	<i>Paulo Mónica</i>	<i>Resource</i>	<i>Partnership</i>	<i>Project Lider</i>
2	<i>João Bento</i>	<i>Resource</i>	<i>BPI*</i>	<i>Assoc. Manager, BPI</i>
3	<i>José Coimbra</i>	<i>Resource</i>	<i>BPI*</i>	<i>Manufacturing Technician</i>
4	<i>Jorge Lourenço</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Production Leader</i>
5	<i>Ricardo Martins</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Process Engineer</i>
6	<i>Pedro Reis</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>OPS Manager</i>
7	<i>António Lopes</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Production Supervisor</i>
8	<i>Bruno Ribeiro</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Production Supervisor</i>
9	<i>Jorge Rodrigues</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Production Supervisor</i>
10	<i>João Paulo Lourenço</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Production Supervisor</i>
11	<i>Marco Rodrigues</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Line Operator</i>
12	<i>João Marta</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Line Operator</i>
13	<i>Eduardo Vicente</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Line Operator</i>
14	<i>Artur Ralha</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Line Operator</i>
15	<i>Nelson Simões</i>	<i>Resource</i>	<i>Operations</i>	<i>Line Operator</i>

\* *Business Process Improvement*

#### 4.2.8 Ficha do projeto

A clarificação do projeto foi discutida, descrita e formalizada com os *stakeholders* do projeto. A ficha original do projeto é ilustrada em anexos.

#### 4.2.8 Planeamento

O planeamento do projeto foi inicialmente efetuado para 6 meses, no entanto, houve necessidade de prorrogar a sua duração por mais 5 meses. Na origem da alteração face ao inicialmente previsto estiveram as paragens de produção durante 5 semanas de férias (3 no verão e 2 no Natal), as 2 semanas de paragem por falta de encomendas e a variabilidade da procura ocorrida no 1.º trimestre de 2018. Estes fatores implicaram um atraso significativo na recolha de dados das tarefas

necessárias à mudança de artigo e que acabaram por ser determinantes para a consistência do projeto. A variabilidade da procura traduziu-se numa diminuição do número de mudanças de artigos que dificultou a observação e a recolha de dados e, por este motivo, o prazo de conclusão inicialmente previsto teve que ser alongado.

No total o projeto teve a duração total de 55 semanas com uma interrupção de aproximadamente 7 semanas. O projeto seguiu a metodologia SMED, distribuindo-se de acordo com as seguintes fases:

1. **Definição do projeto** – Consistiu na definição o problema e dos objetivos alinhados com as expectativas dos *stakeholders* da organização. Teve o seu início na 1.ª semana de junho 2017 prolongando-se até meados de julho 2017, perfazendo 8 semanas.
2. **Estágio Preliminar** – Fase de observação e de recolha de dados históricos e no chão de fábrica de forma a documentar e avaliar o estado inicial do processo. Decorreu paralelamente à fase de definição. Iniciou em meados de junho 2017 e finalizou na 1.ª semana de outubro 2017, durante 13 semanas úteis. De salientar que no mês de agosto 2017 houve uma interrupção de 4 semanas de férias.
1. **Estágio 1** – Identificação das operações internas e externas e melhoramento das condições de transporte e funcionamento. Fase que decorreu durante 6 semanas, entre outubro e novembro de 2017.
2. **Estágio 2** – Padronizar tarefas, converter operações internas em externas, reorganizar sequências e estudar potenciais soluções para o problema, entre outras. Decorreu de novembro de 2017 até à 2.ª semana de dezembro de 2017, ou seja, durante 6 semanas.
3. **Estágio 3** – Implementação de ações em paralelo, testes, ajustes e implementação do modelo. Decorreu durante 8 semanas, com início na última semana de março de 2018 e finalização em meados de maio de 2018.
4. **Controlo e fecho do projeto** – Acompanhar, monitorizar, criar condições de sustentabilidade do projeto e formalizar o fecho do projeto decorreu paralelamente à ao Estágio 3 e culminou com o fecho do projeto na 1.ª semana de junho 2018, 13 semanas.

A figura 26 apresenta o cronograma final do projeto e nele estão descritas as várias fases definidas para o projeto, a descrição das ações e o número de semanas previstas para a conclusão de cada ação.

# Planeamento do projeto

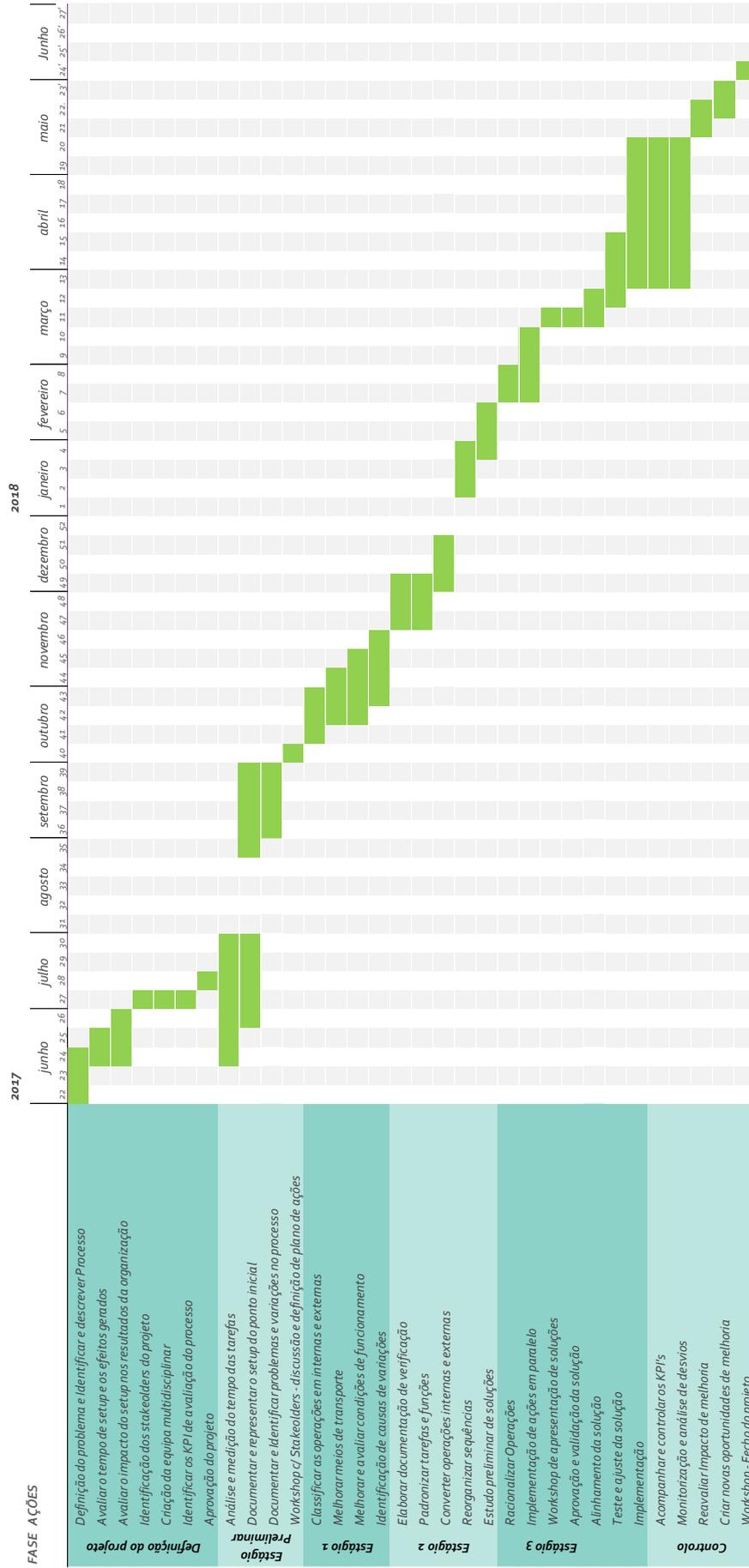


Figura 26: Planeamento do projeto

## 5. IMPLEMENTAÇÃO DO SMED

O Capítulo 5, descreve a implementação da metodologia SMED de acordo com os 4 Estágios definidos por Shigeo Shingo – Estágio Preliminar, Estágio 1, Estágio 2 e Estágio 3. O Capítulo termina com a apresentação da solução encontrada.

### 5.1 Estágio Preliminar

De acordo com as as definições e considerações efetuadas nos Capítulos anteriores, a figura 27 ilustra os conceitos adaptados às mudanças de artigo na LP7.

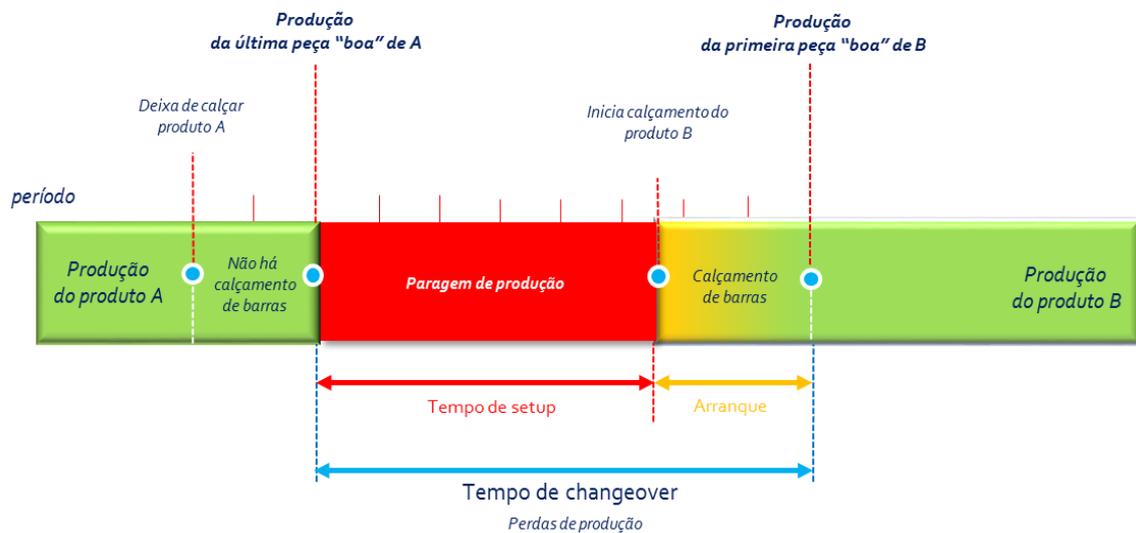


Figura 27: Conceitos: Tempo de setup e de changeover (adaptação ao projeto baseado em "Improvement Changeover Performance, 2001").

Após os operadores deixarem de calçar os moldes da máquina (LP7), o fluxo de produção continua com a mesma cadência e sem qualquer perda de rentabilidade até ao momento em que o "última peça" do artigo em fabrico é descalçada. A partir desse momento assiste-se a uma paragem do equipamento para proceder às tarefas de mudança de artigo que correspondem ao tempo de *setup*. Após concluídas as tarefas de mudança, o arranque do equipamento efetua-se com a operação de calçar o novo artigo nas barras de moldes. Durante esta fase, os artigos (*liners*) necessitam de atravessar as diferentes estações do equipamento até concluírem o seu fabrico na última estação. A "primeira peça" do novo artigo ainda não se encontra fabricada. A "primeira peça" do novo artigo só está fabricada após a primeira barra calçada ultrapassar a estação de descalçar. Assim, só a partir deste ponto a cadência de produção é retomada. O tempo de *changeover* será, então, constituído pelo tempo de paragem do equipamento (tempo de *setup*)

para a mudança mais o tempo em que há percas de rendibilidade, ou seja, o tempo compreendido entre o arranque da máquina com o novo artigo e a obtenção desse mesmo artigo fabricado em conformidade (artigo bom).

### **5.1.1 Definição do processo de medição**

De acordo com a especificidade do projeto pretende-se documentar o estado inicial do processo pelo que foi efetuada uma amostra aleatória de uma mudança de artigo na LP7, do artigo N1000 para o artigo Swan Cut. Neste contexto, o tempo de *setup* é o indicador que se pretende melhorar. O tempo é a variável contínua, objeto de estudo de todas as tarefas ocorridas no processo e que servirá para a sua monitorização assim como os *KPI's* definidos anteriormente que irão permitir monitorizar o seguimento do projeto e avaliar os benefícios ao longo das fases da sua implementação.

### **5.1.2 Definições Operacionais**

As definições operacionais irão descrever inicialmente o fluxo das operações e o tempo de duração das tarefas durante o período definido para a mudança. O fluxo das operações tem por objetivo registar em forma de mapa as tarefas do processo “tal como está”. O fluxo das operações do processo de mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut está ilustrado mais à frente.

### **5.1.3 Recolha de dados - Metodologia**

As paragens para mudança de artigo ocorrem em média uma vez por semana, vulgarmente durante os fins de semana. O registo histórico das paragens do equipamento LP7, foi complementado pela recolha de dados “*in loco*”. A primeira observação detalhada da mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut, permitiu, nesta fase inicial, efetuar o diagnóstico do processo com recurso à captação de imagens e vídeo tal como é sugerido por Shingo (1985).

A recolha de dados foi sendo efetuada ao longo dos períodos agendados para mudanças de artigo na LP7. As tarefas foram analisadas, cronometradas e auxiliadas por um sistema de informação e registo de dados. Motivado pelos longos períodos de observação, a captação de vídeo foi muitas vezes complementada pela cronometragem de operações, registo fotográfico e através de diálogo informal com os operadores.

A recolha de dados teve em conta os seguintes fatores:

1. Realização de tarefas – descrição, cronometragem, sequenciação, monitorização, inventariação de meios e recursos utilizados;
2. Trabalho da equipa – modo de organização e envolvimento da equipa para a realização das tarefas;
3. Representação gráfica do modelo observado - representação em fluxo e num gráfico de *Gantt* com inclusão de precedências, do número de operadores envolvidos, meios, ferramentas e tempo dispendido e,
4. Análise e classificação das tarefas – estudo e classificação de tarefas em 5 áreas: operação, movimento, armazenagem, inspeção e controlo e paragens.

De salientar que a recolha de dados teve por objetivo avaliar a situação inicial do processo e o seu comportamento.

#### **5.1.4 Validação dos dados recolhidos**

Nesta fase inicial, o sistema de medição não necessitou de avaliação uma vez que o processo de recolha de dados foi efetuado através de imagens vídeo e as cronometragens pelo líder do projeto. Assim, não foi necessário recorrer a estudos R&R (Repetibilidade e Reprodutibilidade) de forma a determinar o nível de confiança da inspeção.

#### **5.1.5 Observação do processo**

A partir da conjugação dos dados históricos e dos dados recolhidos no terreno, procedeu-se à sua análise e tratamento de forma a permitirem a compreensão objetiva do comportamento do processo. Apesar do elevado grau de incerteza que normalmente ocorre nesta fase, descrevem-se agora as principais conclusões da observação baseada nos factos ocorridos e que permitirão estabelecer uma plataforma de trabalho para as fases seguintes.

A primeira amostragem dos dados ocorreu no período em que se iniciaram as tarefas necessárias à mudança do artigo N1000, pelas 12:45 h do dia 27.08.2017 e a hora em que foi obtido o primeiro artigo Swan Cut “bom”, ou seja, pelas 19:27 h do dia 28.08.2017. A observação estendeu-se por 1.842,0 minutos (30:42:00 horas) e, durante este período as tarefas foram realizadas por 4 equipas diferentes distribuídas por 4 turnos.

O tempo total de *changeover*, desde o final da produção do último artigo “bom” N1000 até obtenção do primeiro artigo “bom” do artigo Swan Cut perfaz 1.541,5 minutos (25:41:30 horas). O tempo de *setup* (tempo em que a máquina parou para a mudança) foi de 1.253,5 minutos (20:53:30 horas).

Contaram-se 127 tarefas realizadas em 1.394 minutos (23:14:00 horas). O somatório individual de todas as tarefas (i.e., se fossem efetuadas de forma não paralela ou assíncrona) totalizaram 1.937,7 minutos (32:17:42 horas). Os tempos de inatividade, ou seja, paragens, interrupções e pausas voluntárias ou involuntárias perfizeram 448 minutos (7:28:00 horas) ou seja 24,3% do tempo total da observação, sendo que o motivo destas paragens será objeto de análise mais à frente.

Os dados e precedências foram registados num *Project Planner* à medida que as tarefas foram realizadas. Esta foi a forma mais clara de listar as tarefas realizadas associando o tempo de execução a cada uma delas. A figura 28 representa o exemplo seguido para o registo.

### Project Planner N1000 > Swan Cut - 27.08.2017

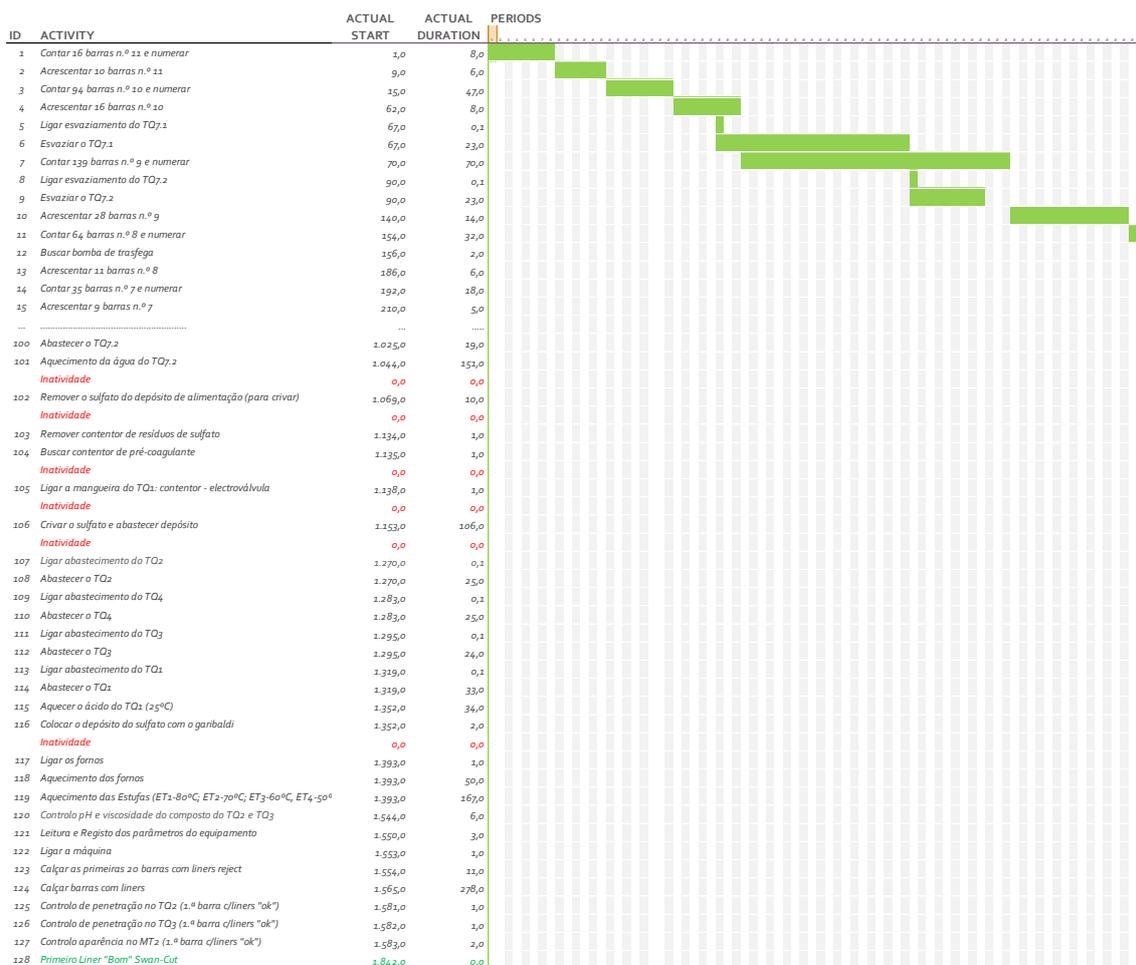


Figura 28: Project Planner de registo da observação.

A partir do *Project Planner* da observação listaram-se as tarefas observadas para facilitar o tratamento dos dados. Nesse mapa incluíram-se as estações/áreas do equipamento onde se registaram as tarefas assim como o número de operadores afetos a cada tarefa. A figura 29 apresenta o exemplo do modelo seguido.

### Project Planner N1000 > Swan Cut - Análise da Observação

ID ACTIVITY	ESTACÃO	N.º DE OP.	VARIABILIDADE TAREFA	TIPO AUTJ/MAN	NIVEL DE RISCO	CLASSIFIC. TAREFA	CLASSIFIC. MÁQUINA	FERRAMENTAS	UTENSÍLIOS	ACTUAL DURATION
1 Contar 16 barras n.º 11 e numerar	ME1	↑	Variável	Manual	Sem risco	Controlo	Em funcionamento	Marcador e lixa		8,0
2 Acrescentar 10 barras n.º 11	ME1	↑↑	Variável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento		Barras de moldes	6,0
3 Contar 94 barras n.º 10 e numerar	ME1	↑	Variável	Manual	Sem risco	Controlo	Em funcionamento	Marcador e lixa		47,0
4 Acrescentar 16 barras n.º 10	ME1	↑↑	Variável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento		Barras de moldes	8,0
5 Ligar esvaziamento do TO7,1	Comando	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento			0,1
6 Esvaziar o TO7,1	TO7,1	↑	Invariável	Automática	Sem risco	Operação	Em funcionamento			23,0
7 Contar 139 barras n.º 9 e numerar	ME1	↑	Variável	Manual	Sem risco	Controlo	Em funcionamento	Marcador e lixa		70,0
8 Ligar esvaziamento do TO7,2	Comando	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento			0,1
9 Esvaziar o TO7,2	TO7,2	↑	Invariável	Automática	Sem risco	Operação	Em funcionamento			23,0
10 Acrescentar 28 barras n.º 9	ME1	↑↑	Variável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento		Barras de moldes	14,0
11 Contar 64 barras n.º 8 e numerar	ME1	↑	Variável	Manual	Sem risco	Controlo	Em funcionamento	Marcador e lixa		32,0
12 Buscar bomba de transferência	Exterior	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Movimento	Em funcionamento			2,0
13 Acrescentar 11 barras n.º 8	ME1	↑	Variável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento		Barras de moldes	6,0
14 Contar 35 barras n.º 7 e numerar	ME1	↑	Variável	Manual	Sem risco	Controlo	Em funcionamento	Marcador e lixa		18,0
15 Acrescentar 9 barras n.º 7	ME1	↑↑	Variável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento		Barras de moldes	5,0
16 Desligar a mangueira do contentor de composto	TO3	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento	Chave de gancho		1,0
17 Levantar contentor de composto para efetuar transferência	Exterior	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Movimento	Em funcionamento		Empilhador	3,0
18 Ligar mangueiras à bomba de transferência do composto do TO3	Exterior	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento	Chave de gancho		1,0
19 Transferir o composto do TO3	TO3	↑↑	Invariável	Manual	elevado	Operação	Em funcionamento		Bomba de transferência	6,0
20 Desligar a tomada o motor agitador do TO3	TO3	↑	Invariável	Manual	elevado	Operação	Em funcionamento			0,1
21 Remover do motor do TO3	TO3	↑	Invariável	Manual	elevado	Operação	Em funcionamento	Chave de bocas 17 e cha	Balde	2,0
22 Desligar a mangueira do TO3: Tanque - electroválvula	TO3	↑	Invariável	Manual	elevado	Operação	Em funcionamento	Chave de gancho	Plástico proteção e fi	1,0
23 Desligar a mangueira do TO3: contentor - electroválvula	TO3	↑	Invariável	Manual	elevado	Operação	Em funcionamento	Chave de gancho	Plástico proteção e fi	2,0
24 Desligar a Máquina	Comando	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento			0,1
113 Ligar abastecimento do TO1	Comando	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Parada			0,1
114 Abastecer o TO1	TO1	↑	Invariável	Automática	Sem risco	Operação	Parada			33,0
115 Aquecer o ácido do TO1 (25°C)	TO1	↑	Invariável	Automática	Sem risco	Operação	Parada			34,0
116 Colocar o depósito do sulfato com o garibaldi	Exterior	↑↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Parada			2,0
117 Ligar os fornos	Comando	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Parada			1,0
118 Aquecimento dos fornos	FN1,2,3	↑	Invariável	Automática	Sem risco	Operação	Parada			50,0
119 Aquecimento das Estufas (ET1-80°C, ET2-70°C, ET3-60°C, E'ET1,2,3,4)		↑	Invariável	Automática	Sem risco	Operação	Parada			167,0
120 Controlo pH e viscosidade do composto do TO2 e TO3	Exterior	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Controlo	Parada			6,0
121 Leitura e Registo dos parâmetros do equipamento	Exterior	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Controlo	Parada			3,0
122 Ligar a máquina	Comando	↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Parada			1,0
123 Calçar as primeiras 20 barras com liners reject	ME1	↑↑↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento		Liners reject	11,0
124 Calçar barras com liners	ME1	↑↑↑	Invariável	Manual	Sem risco	Operação	Em funcionamento		Liners	278,0
125 Controlo de penetração no TO2 (1.ª barra c/liners "ok")	TO2	↑	Invariável	Manual	Médio tolerável	Controlo	Em funcionamento		Liners	1,0
126 Controlo de penetração no TO3 (1.ª barra c/liners "ok")	TO3	↑	Invariável	Manual	Médio tolerável	Controlo	Em funcionamento		Liners	1,0
127 Controlo aparência no MT2 (1.ª barra c/liners "ok")	MT2	↑	Invariável	Manual	Médio tolerável	Controlo	Em funcionamento		Liners	2,0
128 Primeiro Liner "Bom" Swan-Cut										0,0

Figura 29: Análise descritiva da observação.

Na tabela 5 apresenta-se um resumo da observação efetuada em minutos e horas.

Tabela 5: Resumo da observação no estado inicial.

N.º de tarefas	Tempo total planeado para setup	Tempo de Changeover	Tempo de setup	Σ Acum. do tempo total de tarefas úteis*	Σ Tempo total de inatividades**
127	1.440,0	1.541,5	1.253,5	1.937,7	448,0
(horas)	24:00:00	25:41:30	20:43:30	32:17:42	7:28:00

\* Tempo acumulado de Tarefas úteis = Tempo das tarefas realizadas e contabilizadas de forma assíncrona (não paralelas).

\*\* Tempo total de Inatividades = Paragens, interrupções, pausas voluntárias ou involuntárias.

A figura 30 ilustra os períodos registados na observação efetuada. A amarelo, o período em que decorreram as tarefas necessárias à mudança e a azul o tempo de *changeover*. A verde, está representado o tempo da máquina em produção e a vermelho o tempo de *setup* do equipamento.

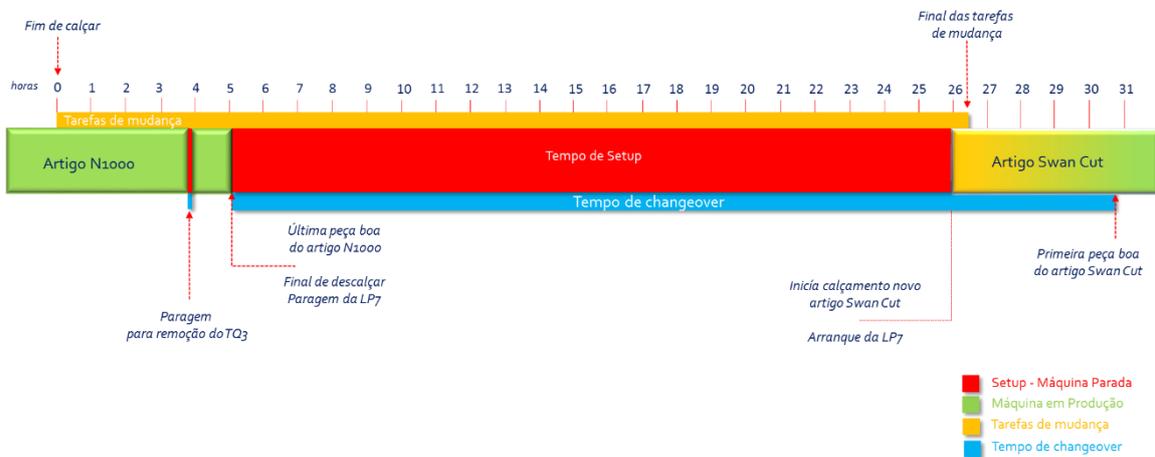


Figura 30: Cronograma da observação da mudança de artigo na LP7.

O tempo das tarefas, tempo de *changeover* e o tempo de *setup* serão considerados como fundamentais para encontrar uma solução para o problema. De salientar a verificação de uma interrupção de 2 minutos durante a produção do artigo N1000 para remoção do tanque TQ3. Esta interrupção será detalhada durante a análise do processo, nas páginas que se seguem.

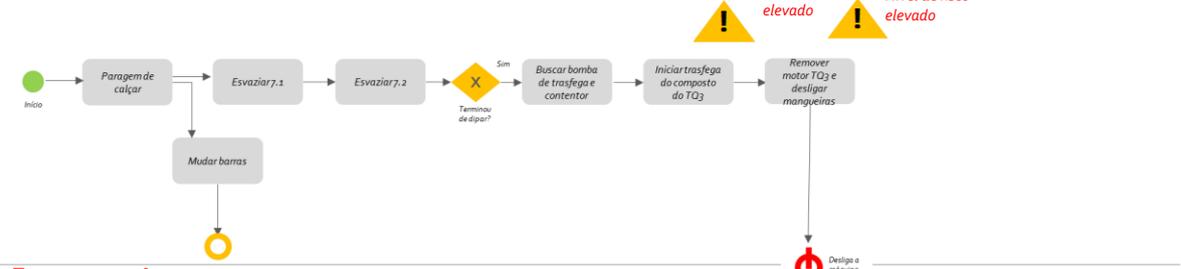
No final de calçar o artigo N1000, a máquina continuou a produzir o artigo à cadência normal apesar do movimento das barras se processar sem *liners* até ao momento de descalçar a última barra do artigo. No final do *setup*, a máquina arrancou com as barras calçadas do novo artigo Swan Cut e o artigo só foi concluído em conformidade, 278 minutos (4:38:00 horas) depois.

### 5.1.6 Mapa do processo

O mapeamento do processo de mudança de artigo na LP7 tem por objetivo ilustrar o modo como o trabalho está a ser efetuado na fase inicial. Este mapeamento, essencialmente visual, facilita o modo de entendimento das fases do processo e expõe a sua sequência operacional.

A figura 31, da página seguinte, descreve o mapa do processo de mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut.

Fase 1 – 233,0'



Fase 2 – 2,0'



Fase 3 – 64,5'



Fase 4 – 1.253,5'

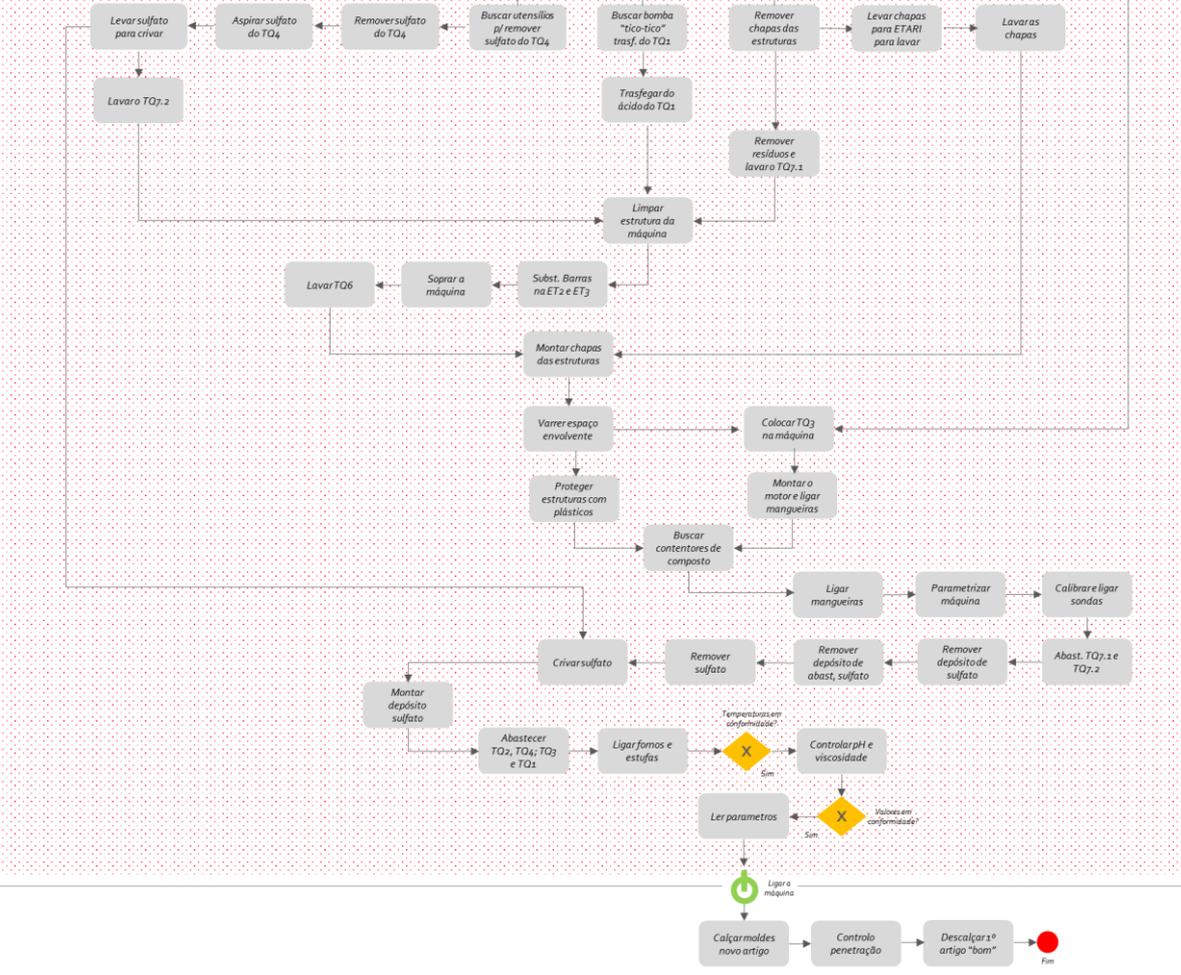


Figura 31: Mapa do processo da mudança do artigo N1000 para Swan Cut, fase inicial, LP7.

Devido à complexidade e à quantidade de tarefas necessárias à mudança, resumiram-se as operações ao essencial e produziu-se um gráfico de fluxo de forma a tornar evidente a sua compreensão, identificar os principais problemas e estabelecer um ponto de partida e o foco das ações a desenvolver.

No fluxo do processo foram definidas 5 fases, tal como é ilustrado na figura 32.

Fase 1 – O período de tempo compreendido entre o final de calçar a última barra do artigo N1000 e a paragem da máquina para remover o tanque de composto TQ3;

Fase 2 – O período de interrupção da produção através da paragem da máquina para remover do tanque de composto TQ3;

Fase 3 – O período compreendido entre o reinício da máquina para dar continuidade à produção do artigo N1000 até descalçar a última barra do artigo N1000 (final de produção);

Fase 4 – O período compreendido entre a finalização da produção do artigo N1000 e o arranque da nova produção do artigo Swan Cut;

Fase 5<sup>(4)</sup> – O período entre o arranque do novo artigo Swan Cut e a obtenção do primeiro artigo “bom” deste mesmo artigo.

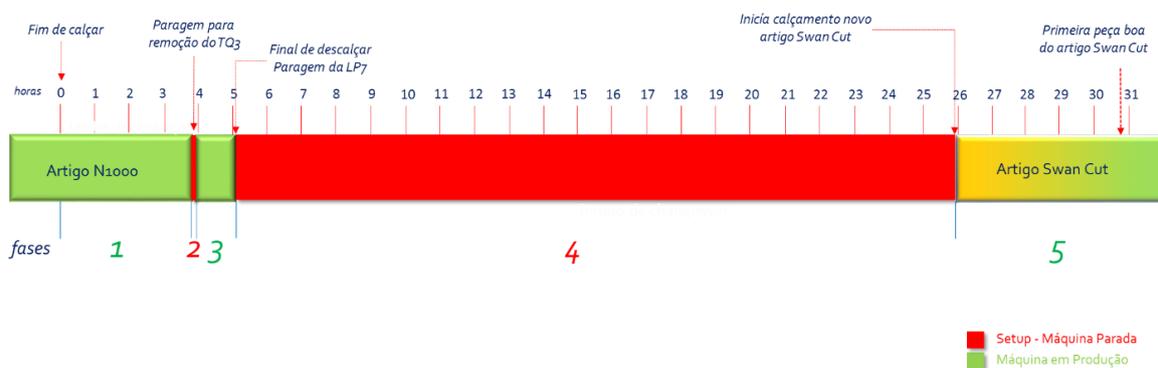


Figura 32: Fases definidas para a observação.

<sup>(4)</sup>Nota: A Fase 5, correspondente ao período de arranque da LP7 e até obtenção do primeiro artigo “bom” do Swan Cut não será contemplada no mapeamento do processo pois não é relevante para o objetivo do estudo aqui iniciado uma vez que só tem impacto no tempo de changeover. Este tempo, independentemente do tipo de mudança será sempre tido em conta no processo.

As operações realizadas nas Fases 1, 3 e 5 foram externas (realizadas com a máquina em produção). De salientar que na Fase 1 detetaram-se tarefas que incorrem no incumprimento das normas de segurança no trabalho e que implicam um nível elevado de risco de segurança para os operadores. Essas tarefas serão tidas em conta durante a realização do projeto.

As operações realizadas nas Fases 2 e 4 foram externas (realizadas com a máquina parada). Como o objetivo do estudo é reduzir o tempo de *setup* da LP7, o foco do trabalho incidirá nestas duas fases de forma a perceber e analisar o impacto de cada tarefa no tempo de paragem do equipamento.

### **5.1.7 Diagrama Spaguetti**

O diagrama *spaguetti*, permite representar as movimentações ocorridas durante o processo de mudança de artigo na LP7. As linhas apresentadas descrevem o percurso efetuado pelos operadores durante o período de execução das tarefas. A representação permite determinar os pontos onde se desenvolvem o maior número de tarefas e avaliar desperdícios em movimentações.

A máquina tem um comprimento total de 38,8 metros distribuídos por 2 pisos e uma largura de 4,4 metros. As operações desenvolvem-se em torno da máquina estendendo-se ainda a 4 áreas exteriores adjacentes: à ETARI onde os tanques e utensílios são lavados; às zonas onde estão armazenadas as barras de moldes, meios e utensílios, à Sala de Mistura onde se encontram os compostos fluídos e, por último, ao armazém de matérias-primas onde se encontram os contentores de ácido.

Os somatórios das movimentações dos operadores, durante a observação efetuada, perfizeram cerca de 2.100 metros. A maior parte das atividades centrou-se entre as estações ET3 e TQ5 e as deslocações para as zonas exteriores ao equipamento foram frequentes, nomeadamente, para buscar matérias-primas, ferramentas e utensílios.

A maior distância percorrida ocorre no transporte do tanque TQ3 para a ETARI, a qual se situa a 70 metros do ponto inicial. O transporte do tanque é realizado por 2 operadores sendo este percurso inevitável uma vez que a operação de lavagem do tanque somente é possível nesta área.

A figura 33 representa o diagrama spaghetti onde estão identificadas as movimentações dos operadores intervenientes durante o processo de mudança do artigo N1000 para o artigo Swan Cut.

## Diagram Spaghetti do processo

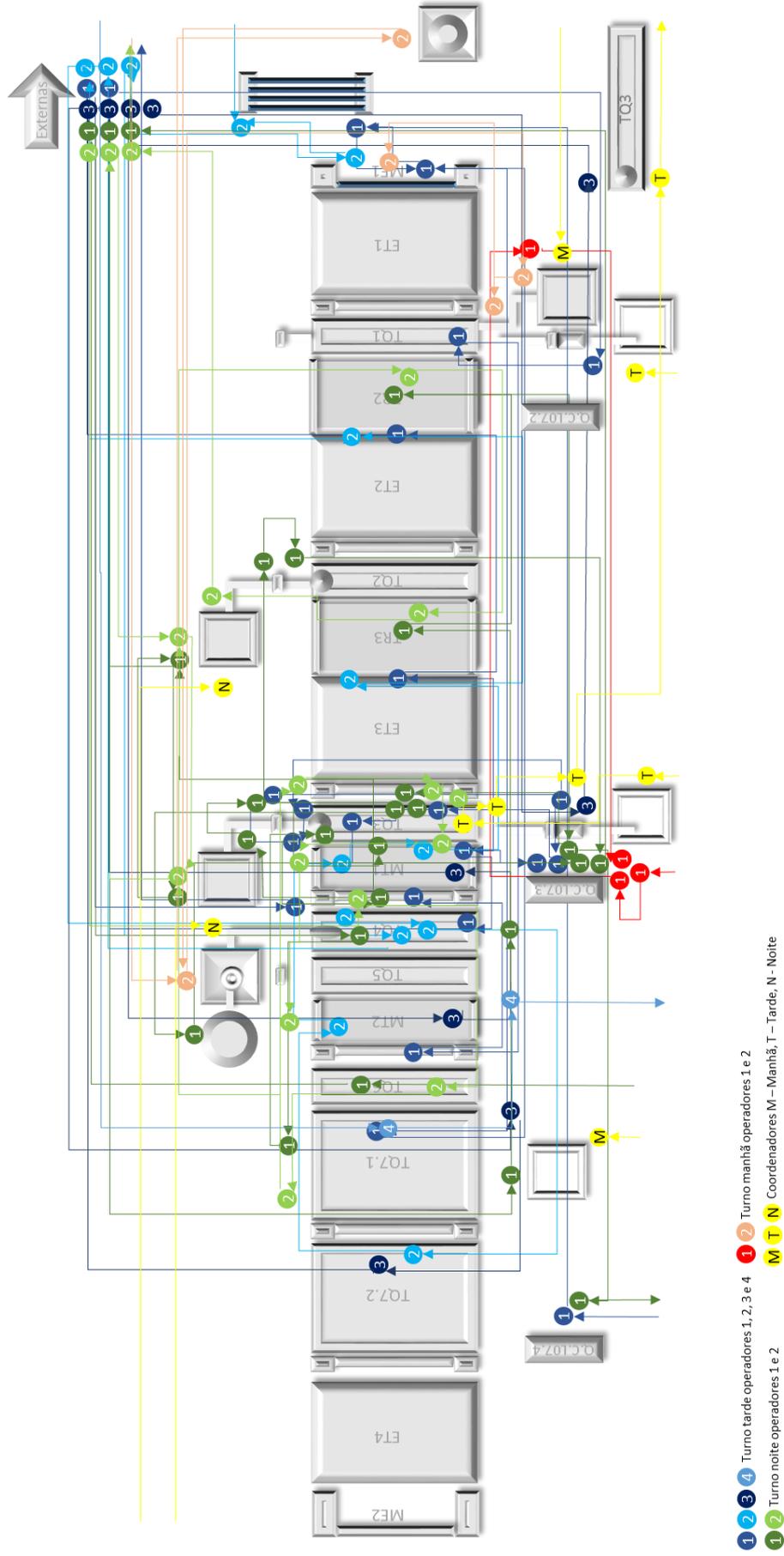


Figura 33: Diagrama Spaghetti – mudança de artigo NI1000 para Swan Cut, fase inicial, LP7.

### 5.1.8 Análise do processo

A figura 34 representa a proporção do tempo de *setup* observado face à janela de tempo planeada para a mudança de artigo.

O tempo planeado foi inferior em 186,5 minutos (3:06:30 horas) ou seja, menos 13,0 % do tempo total planeado para a mudança.

*Tempo de setup face ao tempo planeado (minutos e %)*

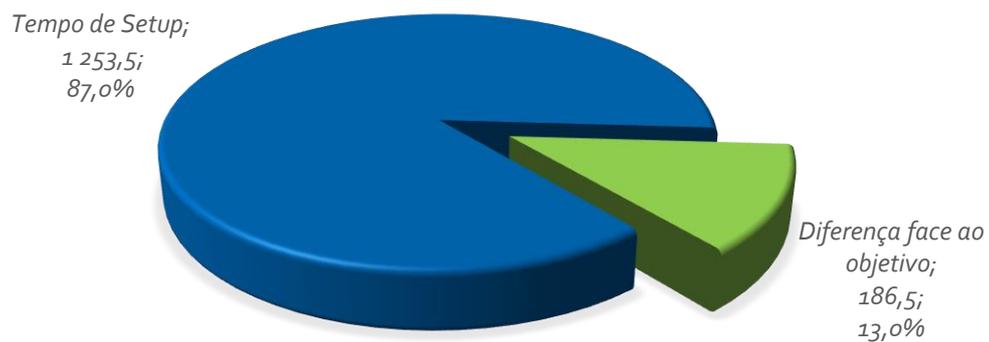


Figura 34: Gráfico do tempo de *setup* face ao tempo planeado em minutos e em %.

Conforme se pode ver na figura 35, o tempo das tarefas de mudança perfex 1.394,0 minutos (23:14:00 horas), 75,7% do tempo total enquanto que o tempo total de inatividades (paragens, interrupções, pausas voluntárias ou involuntárias) perfex 448,0 minutos (7:28:00 horas) ou seja, 24,3% do tempo total.

*Período de observação (minutos e %)*

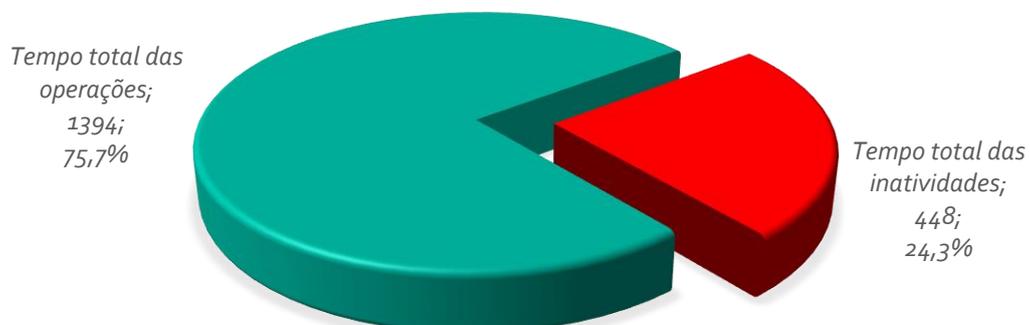


Figura 35: Gráfico do período de observação em minutos e em %.

A análise que se segue tem por objetivo avaliar o envolvimento e a dinâmica das equipas intervenientes na realização de tarefas em paralelo (tarefas síncronas). Relativamente ao desempenho das tarefas realizadas pelos membros das equipas é de salientar que apenas 4,9% do tempo total corresponderam a tarefas que decorreram em paralelo, ou seja, as tarefas foram síncronas. A figura 36 representa a proporção das tarefas síncronas e assíncronas durante o tempo em que decorreram as operações.

*Tarefas síncronas e assíncronas (minutos e %)*

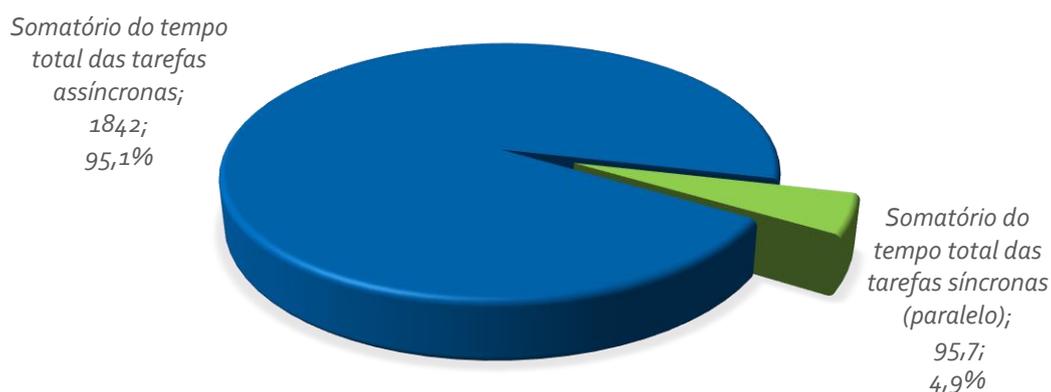


Figura 36: Gráfico das tarefas síncronas e assíncronas em minutos e em %.

De um total de 127 tarefas identificadas, foram executadas 94 tarefas externas, que representam 66,5% do tempo total consumido em tarefas. As tarefas externas, perfizeram 33, representando 33,5% do tempo total. A figura 37 representa a proporção das tarefas internas e externas.

*Tarefas internas e externas (minutos e %)*



Figura 37: Gráfico das tarefas internas e externas em minutos e em %.

Para uma análise mais detalhada das tarefas, seleccionaram-se as estações e áreas da LP7 onde as tarefas decorreram. A LP7 foi dividida em estações (módulos componentes) e acrescentadas outras duas áreas de intervenção:

1. ET2 a ET4 - uma área adjacente aos módulos compreendidos entre as estufas ET2 e ET4 e,
2. Exterior - a área externa à LP7 onde decorreram tarefas de apoio (ex. zona da ETARI onde se efetuam as lavagens dos tanques).

A figura 38 representa as estações e áreas consideradas no estudo.

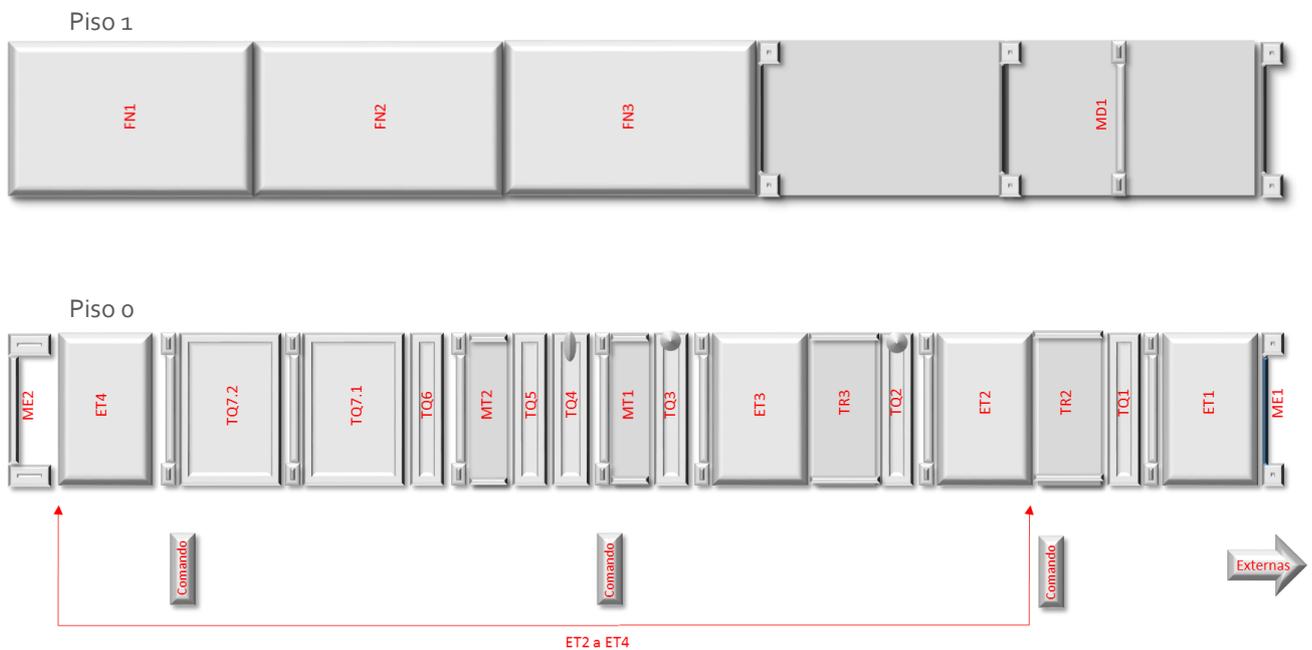


Figura 38: Esquema das estações da LP7. Em cima, o piso 1 correspondente aos fornos e zona de descalçamento e em baixo o piso 0, zona de tanques e estufas. Acrescem ainda duas áreas de intervenção: entre a ET2 e ET4 e Externas.

A tabela 6 que se segue, resume o tempo dedicado às tarefas realizadas em cada estação/área de intervenção e classifica as tarefas em automáticas e manuais.

As tarefas automáticas são as atividades que não têm interferência humana, isto é, são executadas pelo próprio sistema ou equipamento. Já as tarefas manuais são as atividades que necessitam da interferência humana para que possam ser executadas.

Tabela 6: Resumo das tarefas de mudança resultantes da observação efetuada na LP7.

<b>Resumo de tarefas</b>							
<b>Estações/áreas</b>	<b>Tarefas</b>		<b>Tarefas automáticas</b>		<b>Tarefas manuais</b>		<b>Tempo (%)</b>
	<b>un.</b>	<b>%</b>	<b>minutos</b>	<b>%</b>	<b>minutos</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>Comando</b>	14	11,0%	0,0	0,0%	4,5	0,2%	0,2%
<b>ET2</b>	1	0,8%	0,0	0,0%	4,0	0,2%	0,2%
<b>ET2 a ET4</b>	7	5,5%	0,0	0,0%	<b>196,0</b>	<b>10,1%</b>	<b>10,1%</b>
<b>ET3</b>	1	0,8%	0,0	0,0%	4,0	0,2%	0,2%
<b>Exterior</b>	31	24,4%	0,0	0,0%	<b>226,0</b>	<b>11,7%</b>	<b>11,7%</b>
<b>ME1</b>	12	9,4%	0,0	0,0%	<b>503,0</b>	<b>26,0%</b>	<b>26,0%</b>
<b>MT1</b>	4	3,1%	0,0	0,0%	23,0	1,2%	1,2%
<b>MT2</b>	4	3,1%	0,0	0,0%	16,0	0,8%	0,8%
<b>TQ1</b>	6	4,7%	<b>67,0</b>	<b>3,5%</b>	10,0	0,5%	4,0%
<b>TQ2</b>	4	3,1%	25,0	1,3%	4,0	0,2%	1,5%
<b>TQ3</b>	23	18,1%	24,0	1,2%	<b>143,2</b>	<b>7,4%</b>	<b>8,6%</b>
<b>TQ4</b>	5	3,9%	25,0	1,3%	30,0	1,5%	2,8%
<b>TQ5</b>	0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0%
<b>TQ6</b>	3	2,4%	0,0	0,0%	7,0	0,4%	0,4%
<b>TQ7.1</b>	4	3,1%	<b>194,0</b>	<b>10,0%</b>	10,0	0,5%	<b>10,5%</b>
<b>TQ7.2</b>	6	4,7%	<b>193,0</b>	<b>10,0%</b>	12,0	0,6%	<b>10,6%</b>
<b>FN1-2-3</b>	1	0,8%	50,0	2,6%	0,0	0,0%	2,6%
<b>ET1-2-3-4</b>	1	0,8%	<b>167,0</b>	<b>8,6%</b>	0,0	0,0%	8,6%
<b>Total útil</b>	<b>127</b>	<b>100,0%</b>	<b>745,0</b>	<b>38,4%</b>	<b>1.192,7</b>	<b>61,6%</b>	<b>100,0%</b>

As tarefas automáticas focalizam-se essencialmente nos tanques, fornos e estufas. A observação efetuada permite concluir o seguinte:

1. 10,0% do tempo total (194,0 minutos) foi consumido no esvaziamento, abastecimento e no tempo para alcançar a temperatura especificada no TQ7.1 (tanque de água);
2. A mesma percentagem do tempo, 10,0% (193,0 minutos), aconteceu no TQ7.2 (tanque de água), pelas mesmas razões enunciadas no ponto 1;
3. 8,6% do tempo (167,0 minutos) foi consumido para que as estufas ET1, ET2, ET3 e ET4 atingissem as temperaturas especificadas;
4. 3,5% do tempo (67,0 minutos) foi consumido no TQ1 (tanque de pré-coagulante) relativo às tarefas de abastecimento e do tempo necessário para atingir a temperatura especificada.

O histograma (figura 39) e a infografia (figura 40) que se seguem ilustram a distribuição do tempo das tarefas automáticas por estações ou áreas definidas.

Histograma da distribuição do tempo das tarefas automáticas por estações/áreas (m)



Figura 39: Histograma da distribuição do tempo das tarefas automáticas por estações/áreas.

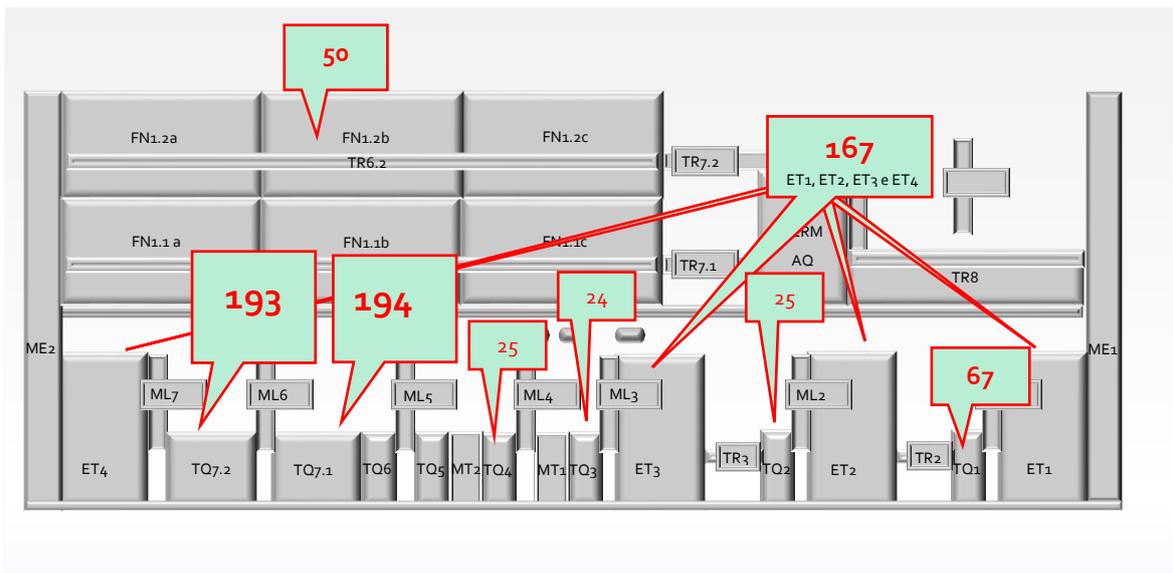


Figura 40: Distribuição do tempo das tarefas automáticas por estações na LP7 (em minutos).

O tempo gasto em operações manuais ocorreu principalmente em 4 áreas da LP7, sendo:

1. 26,0% em ME1 ao numerar barras e efetuar a sua substituição;
2. 11,7% no Exterior da LP7 em movimentações e operações diversas;
3. 10,1% entre a ET1 e a ET4 ao efetuar operações de limpeza;
4. 7,4% no TQ3 na sua remoção e lavagem.

O histograma (figura 41) e a infografia (figura 42) que se seguem ilustram a distribuição do tempo das tarefas manuais por estações ou áreas definidas.

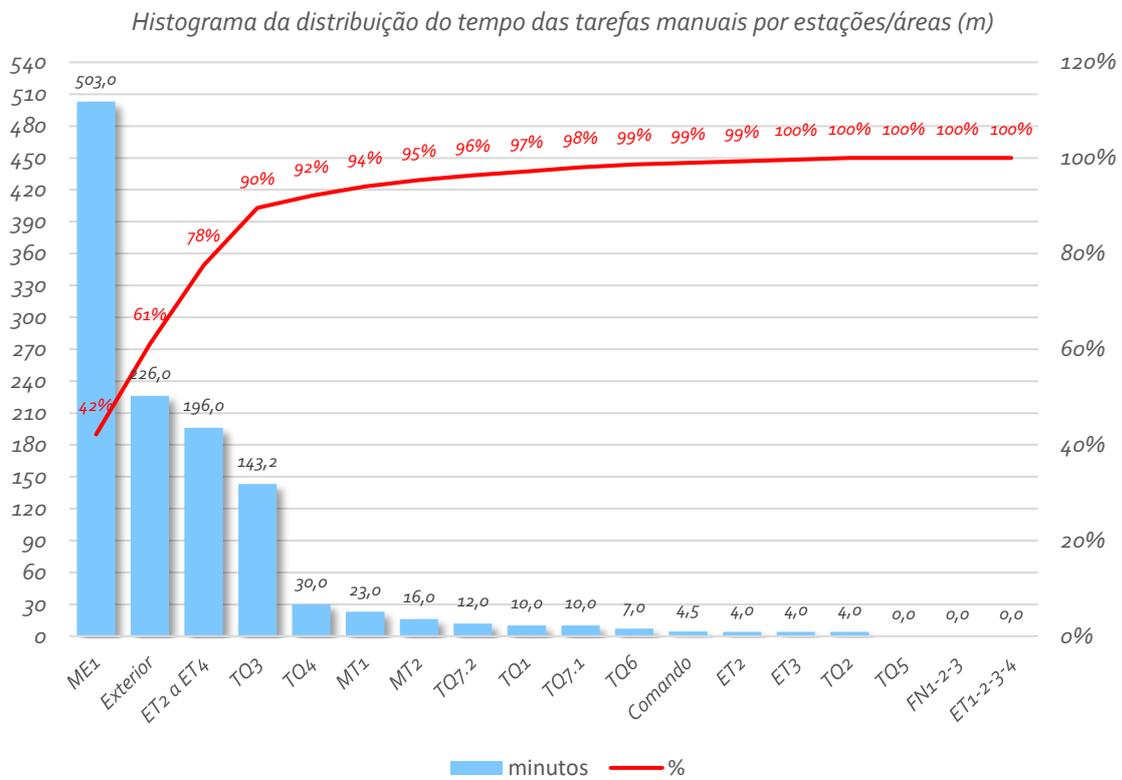


Figura 41: Histograma da distribuição do tempo das tarefas manuais por estações/áreas.

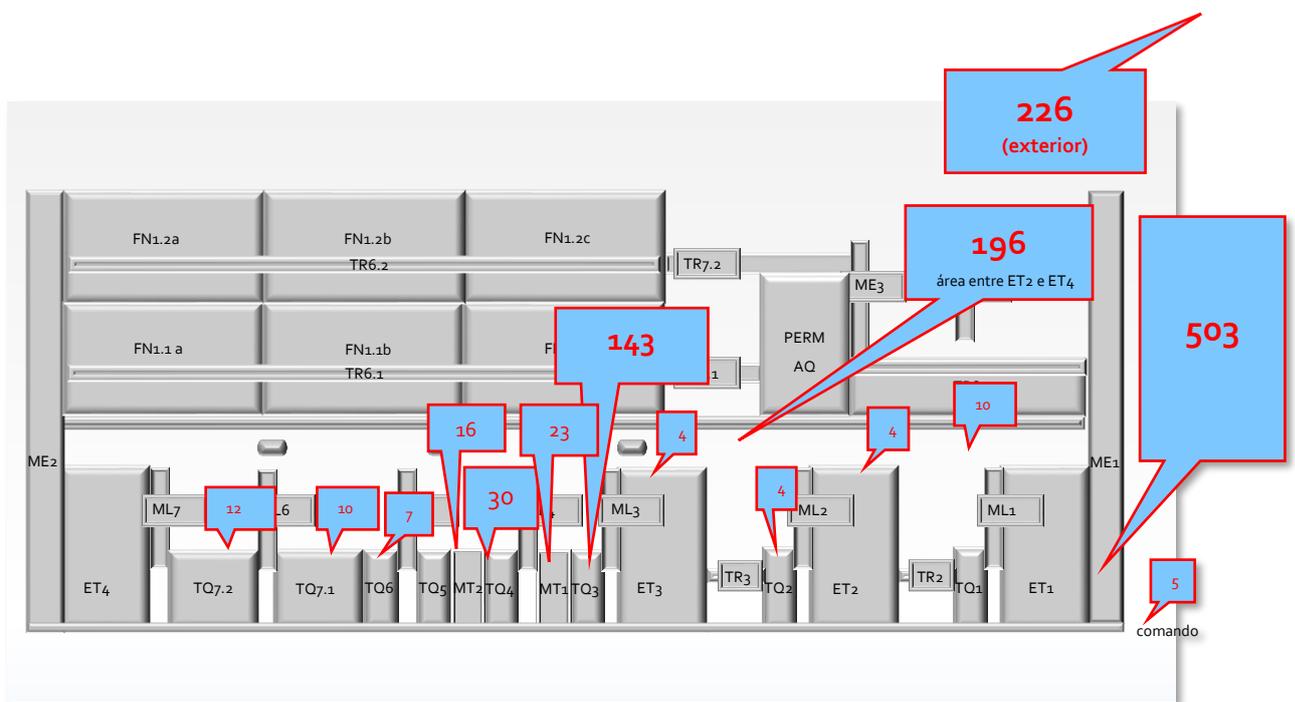


Figura 42: Distribuição do tempo das tarefas manuais por estações do equipamento (em minutos).

As tarefas foram ainda classificadas em 3 áreas:

1. Operação - Tarefas relacionadas com a modificação intencional de objetos numa ou mais das suas características e necessárias à mudança. Nestas tarefas, estão incluídas, por exemplo, ligações e desligações, montagens e desmontagens de peças e componentes, abastecimentos e esvaziamentos;
2. Controlo e Inspeção - Tarefas que implicam a examinação para identificação ou comparação com um padrão de quantidade ou qualidade;
3. Movimento ou Transporte - Tarefas de implicam a deslocação de um lugar para o outro de recursos materiais ou de meios humanos. Nestas tarefas não estão incluídas as tarefas que fazem parte das operações ou das inspeções.

A figura 43 representa a proporção de cada tarefa face ao tempo total.

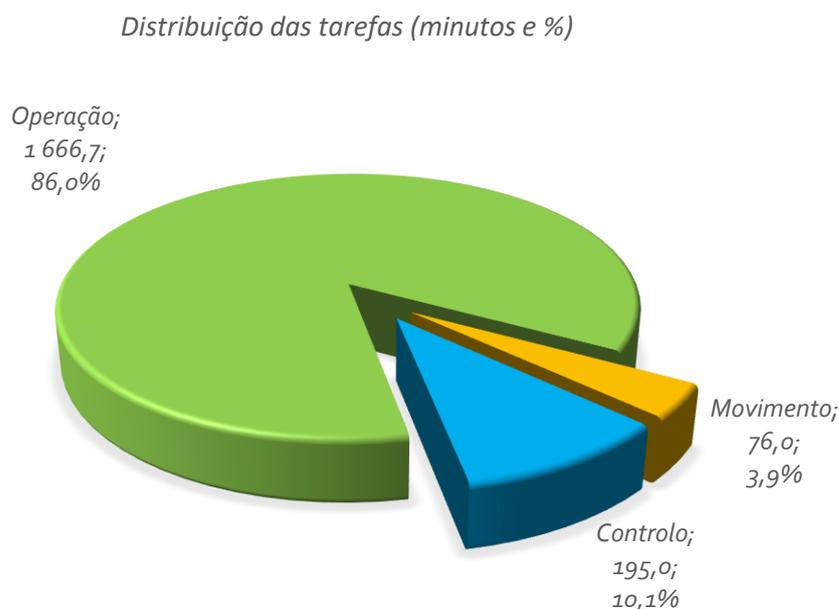


Figura 43: Gráfico da distribuição do tempo das tarefas em minutos e em %.

Com base na classificação efetuada das tarefas, verificaram-se os seguintes resultados:

1. 86,0% (1667,7 minutos) das tarefas foram operações;
2. 10,1% (195,0 minutos) tarefas de controlo e,
3. 3,9% (76,0 minutos) tarefas de movimento.

O histograma que se segue (figura 44) apresenta o tempo de duração e a percentagem do tempo acumulado das tarefas em cada estação/área da LP7.

Histograma da distribuição do tempo das tarefas por estações e áreas (m)

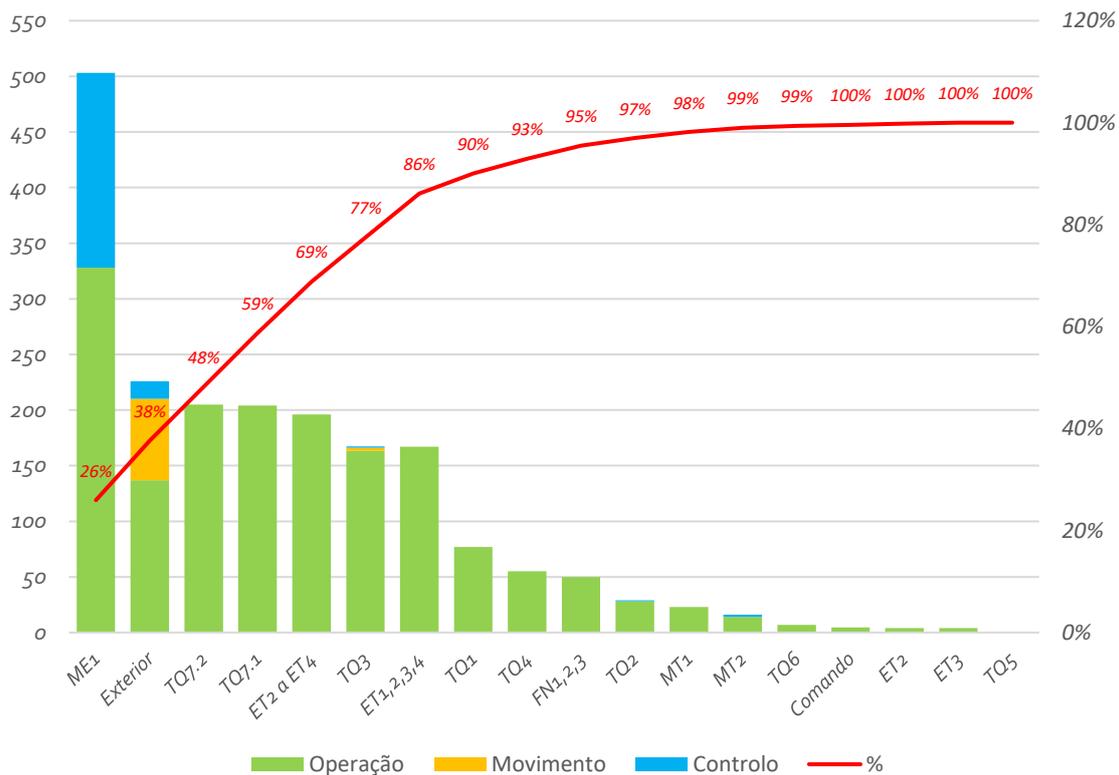


Figura 44: Histograma da distribuição do tempo das tarefas por estações e áreas.

A partir da análise anterior, detalharam-se as tarefas de operação (relacionadas com a alterações necessárias à mudança) para melhor compreender a sua especificidade. Assim, as tarefas de operação foram subdivididas nas seguintes 7 atividades:

1. Remoções e montagem de barras de moldes - Colocação e substituição de barras de moldes;
2. Mudança de fluidos e alterações de temperatura - Esvaziamento e abastecimento de tanques e regulações de temperatura dos fluidos dos tanques ou das estufas e fornos quer sejam operações manuais ou automáticas;
3. Limpezas - Lavar e remover resíduos ou poeiras em peças e nos equipamentos;
4. Ligações e desligações - Conexões e desconexões de mangueiras e cabos;
5. Montagens e desmontagens - Montagens, desmontagens, adição ou remoção de peças ou outros meios;
6. Comando e parametrizações -Tarefas relacionadas com a programação da LP7;
7. Alimentação da máquina -Tarefa de calçar as barras de moldes com *liners*.

A figura 45 representa a proporção de cada uma das tarefas de operação face ao tempo total da mudança.

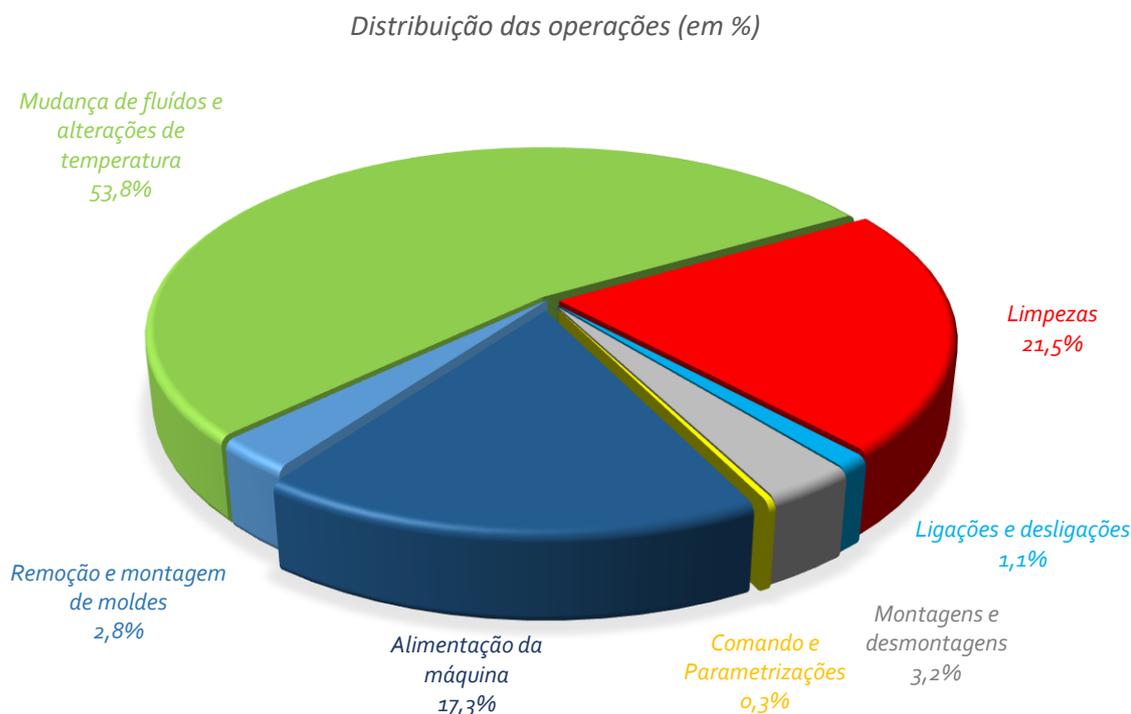


Figura 45: Gráfico da distribuição do tempo das tarefas de operação por estações e áreas.

De acordo com a análise efetuada, 53,8% do tempo corresponde a mudanças de fluídos nos tanques (esvaziamento e abastecimento) e ao tempo que demoram os fluídos, as estufas e fornos a atingir as temperaturas especificadas. 21,5% do tempo corresponde a limpezas, 17,3% à alimentação da máquina durante o período de arranque e até à obtenção do novo artigo e os restantes 7,4% a tarefas manuais que implicam trabalho de real valor acrescentado.

O histograma (figura 46) evidencia a distribuição do tempo das operações baseada na classificação efetuada. O maior tempo consumido em mudança de fluídos e alterações de temperatura está centrado nos tanques de *leaching* (TQ7.1 e TQ7.2) que corresponde à mudança da água de cada um dos tanques (esvaziamento e enchimento) e ao tempo necessário para que cada um atinja a temperatura de acordo com as parametrizações.

Curiosamente, no exterior também foram detetadas operações de mudança de fluídos, as quais correspondem à mudança de sulfato do depósito de abastecimento do tanque TQ4.

Histograma da distribuição do tempo das operações por estações e áreas (m)

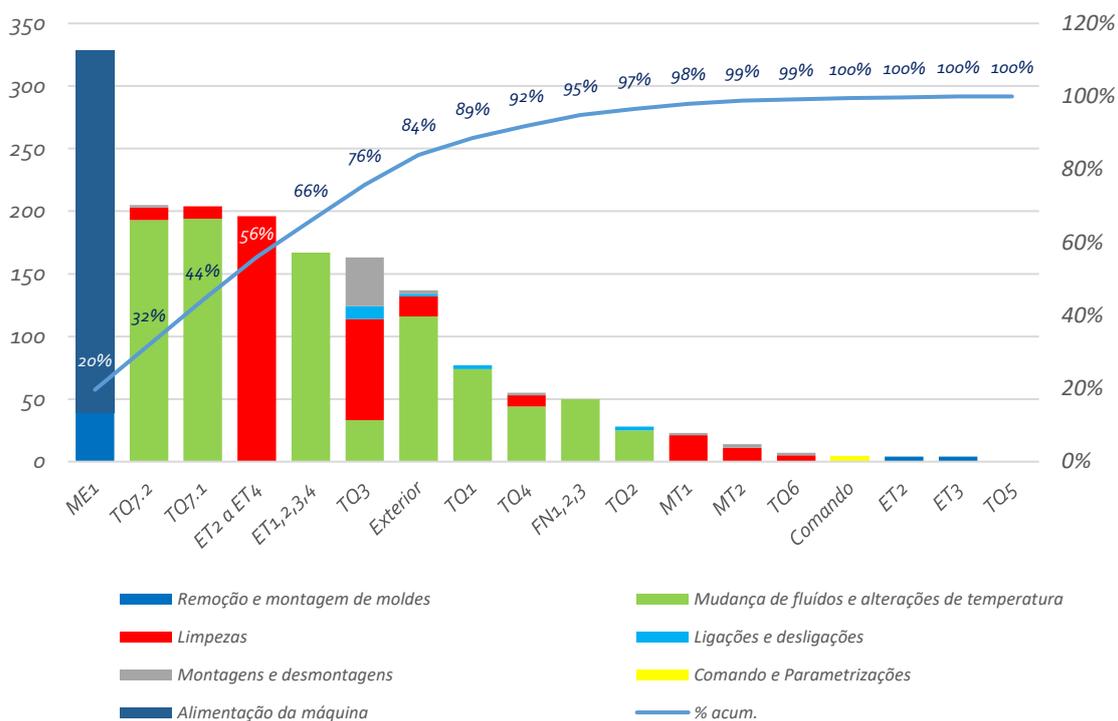


Figura 46: Histograma da distribuição do tempo das operações por estações e áreas.

Foi ainda incluído neste estudo uma análise de risco, a qual pretendeu avaliar os riscos envolvidos durante a realização das tarefas. Através da observação direta foi possível identificar a realização de tarefas com o equipamento em funcionamento e que poderiam resultar em consequências indesejáveis e/ou danosas para os operadores. A figura 47 apresenta a proporção do número de tarefas relativamente ao nível de segurança.

Distribuição das tarefas quanto ao nível de segurança (unidades)

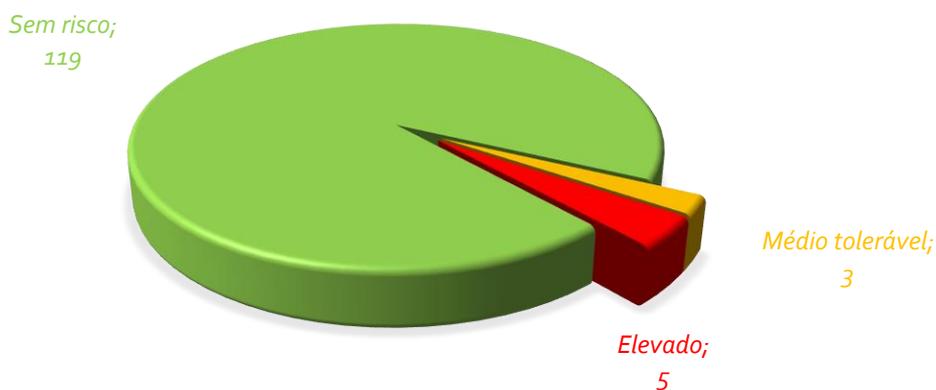


Figura 47: Gráfico da distribuição do número de tarefas quanto ao nível de segurança.

A avaliação dos riscos, para além de identificar as situações que podem originar danos físicos ou psicológicos nos trabalhadores, avalia a probabilidade de ocorrência de um acidente e as suas potenciais consequências.

Foram identificadas 5 tarefas com um nível de risco elevado e importante o que implica, de imediato, estabelecer medidas para controlo de risco. Para além disso, foram ainda identificadas 7 tarefas com um nível de risco médio tolerável que, apesar de não pressuporem uma ação imediata serão necessárias verificações periódicas para assegurar a eficiência das medidas de controlo.

As operações classificadas como de risco elevado descrevem-se no quadro que se segue e implicam de imediato o estudo para o estabelecimento de medidas de controlo. Estas operações não devem ser executadas com a máquina em funcionamento, a sua execução viola as normas de saúde e segurança no trabalho.

As operações de risco elevado estão descritas na tabela 7.

Tabela 7: Descrição de operações de risco elevado.

<i>ID</i>	<i>Descrição</i>	<i>Est.</i>	<i>Risco</i>
<b>19</b>	<i>Trasfegar o composto do TQ3</i>	<i>TQ3</i>	<b>X</b> <i>nível de risco elevado importante</i>
<b>20</b>	<i>Desligar a tomada o motor agitador do TQ3</i>	<i>TQ3</i>	<b>X</b> <i>nível de risco elevado importante</i>
<b>21</b>	<i>Remover do motor do TQ3</i>	<i>TQ3</i>	<b>X</b> <i>nível de risco elevado importante</i>
<b>22</b>	<i>Desligar a mangueira do TQ3 à electroválvula</i>	<i>TQ3</i>	<b>X</b> <i>nível de risco elevado importante</i>
<b>23</b>	<i>Desligar a mangueira do contentor à electroválvula do TQ3</i>	<i>TQ3</i>	<b>X</b> <i>nível de risco elevado importante</i>

Quanto à variabilidade das tarefas, foram detetadas:

1. 3 tarefas inadequadas, i.e., descontextualizadas do setup, perfazendo 48 minutos do tempo consumido;
2. 12 tarefas variáveis de acordo com a procura da produção e as quais estão relacionadas com a quantidade de barras de moldes a equipar a máquina. Estas tarefas serão estudadas de forma específica;
3. 113 tarefas invariáveis e que serão estudadas de forma global e genérica.

A proporção das tarefas quanto à sua inadequabilidade, variabilidade e invariabilidade estão representadas na figura 48.

*Distribuição da variabilidade das tarefas (minutos)*

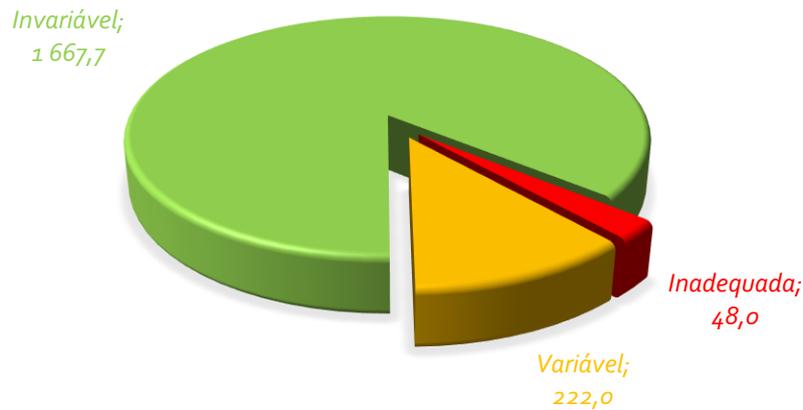


Figura 48: Gráfico da distribuição da variabilidade das tarefas.

### 5.1.9 Indicadores do estado inicial do processo

Com base nos dados disponíveis no histórico do processo foi possível determinar o ponto de partida do projeto recorrendo aos indicadores definidos. Os dados indicadores do estado inicial estão representados no painel da figura 49.



Figura 49: Painel de indicadores do estado inicial.

### 5.1.10 Análise do potencial de melhoria do processo

Desta análise pode-se já inferir que a instalação recente da máquina e a inexistência de dados históricos implicaram que o planeamento da produção abrisse uma janela amplamente excessiva para as mudanças de artigos na LP7. A dedução é comprovada pelo baixo ritmo da execução das tarefas, pelo elevado tempo de inatividades e ainda pela execução de tarefas centradas individualmente. Na verdade, em somente 95,7 minutos (1:36:00 horas) foram efetuadas tarefas em paralelo, ou seja, sincronas.

Neste contexto, podemos afirmar que os dados recolhidos nas observações são enviesados, as amostras não são representativas e poderão dar origem a interpretações erradas. Na origem desta

consideração estão as inatividades ocorridas, o baixo ritmo e a falta de “pressão” na execução das tarefas inerentes às mudanças. Assim, surge a necessidade de se proceder a novas amostragens de forma a permitir a obtenção de bons indicadores os quais só serão possíveis através de melhorias organizacionais que fomentem a dinâmica produtiva.

A tabela 8 resume os tempos observados ao longo das 5 Fases definidas orientando as ações que se irão seguir.

Tabela 8: Indicadores do estado inicial.

Fases	Período (min ao min)	Tempo de funcion. da máquina (m)	Tempo de funcion. da máquina (h:m:s)	Tempo de paragem da máquina (m)	Tempo de paragem da máquina (h:m:s)	$\Sigma$ Acum. do tempo de tarefas (m)	$\Sigma$ Tempo de inatividades (m)	$\Sigma$ Tempo tarefas inadequadas (m)
Fase 1	1 - 234	233,0	03:55:00	-	-	278,4	9,0	0,0
Fase 2	235 - 237			2,0	00:02:00	5,1	0,0	0,0
Fase 3	238 - 302	64,5	01:05:00	-	-	77,5	0,0	0,0
Fase 4	302 - 1553			1.253,5	20:51:30	1.285,7	437,0	48,0
Fase 5	1554 - 1842	278,0	04:38:00	-	-	293,0	0,0	0,0

Anulando os tempos de inatividades e as operações inadequadas durante a Fase 4, resulta numa redução de 38,7% do tempo de paragem do equipamento. Os 1.253,5 minutos (20:51:30 horas) passam de imediato a 768,5 minutos (12:48:30 horas), conforme descrito na tabela 9.

Tabela 9: Indicadores do estado inicial da Fase 4.

Fases	Tempo de paragem da máquina (m)	Tempo de paragem da máquina (h:m:s)	$\Sigma$ Acum. do tempo total de tarefas (m)	A redução do tempo de paragem (%)
Fase 4	768,5	12:48:30	1.237,7	38,7%

Os novos tempos do processo serão agora representados na tabela 10.

Tabela 10: Indicadores das tarefas.

N.º de tarefas	Tempo de Changeover	Tempo de setup
<b>124</b>	<b>1.056,5</b>	<b>770,5</b>
(horas)	17:36:30	12:50:30

Os tempos do processo aqui obtidos resultaram apenas da observação e foram obtidos através da anulação de 3 operações, inadequadas e da anulação de tempos de inatividade, paragens para refeições dos operadores em simultâneo e outras interrupções.

De acordo com os últimos dados obtidos e caso se proceda ao pré-aquecimento das estufas e dos fornos do equipamento, tal como Shingo aconselha na sua metodologia, facilmente nos aproximamos do valor considerado pela Ansell, aquando da definição do problema, que afirmava que o setup não deveria ultrapassar as 8 horas (480 minutos). É com esta base que se poderá aprofundar o estudo do trabalho e aplicar a metodologia que irá orientar este projeto.

Após remoção das operações inadequadas e das inatividades os resultados da Fase 4 expressam-se na tabela 11.

Tabela 11: Indicadores das tarefas após remoção de tarefas inadequadas e inatividades na Fase 4.

<i>Fases</i>	<i>Tempo de paragem da máquina (m) s/ inatividades</i>	<i>Tempo de paragem da máquina s/ inatividades (h:m:s)</i>	<i>Σ Acum. do tempo aquecimento de fornos e estufas</i>
<b>Fase 4</b>	<b>768,5</b>	<b>12:48:30</b>	<b>217,0</b>

Se juntarmos aos dados anteriores a lógica da dedução baseada nos tempos obtidos para o pré-aquecimento dos fornos e estufas, a redução do tempo de paragem será a seguinte (tabela 12):

Tabela 12: Indicadores das tarefas de simulação para pré-aquecimento de fornos e estufas na Fase 4.

<i>Fases</i>	<i>Tempo de paragem da máquina s/ inatividades e c/ pré-aquecimento (m)</i>	<i>Tempo de paragem da máquina s/ inatividades e c/ pré-aquecimento (h:m:s)</i>	<i>A redução do tempo de paragem (%)</i>
<b>Fase 4</b>	<b>551,5</b>	<b>9:11:30</b>	<b>28,2%</b>

Desta forma a base para ponto de partida do estudo passa a ser o seguinte (tabela 13):

Tabela 13: Indicadores simulados para ponto de partida.

<i>N.º de tarefas</i>	<i>Projeção do Tempo de Changeover</i>	<i>Projeção do Tempo de setup</i>
<b>124</b>	<b>839,5</b>	<b>553,5</b>
<i>(horas)</i>	<b>13:59:30</b>	<b>09:13:30</b>

O estudo aqui efetuado já permite tomar ações com ganhos significativos na capacidade produtiva do equipamento uma vez que estamos perante uma redução no tempo de *setup* de 55,9% e numa redução do tempo de *changeover* de 45,5%, face aos valores iniciais observados. Na sequência das alterações efetuadas à Fase 4 – remoção do tempo de inatividades, operações inadequadas e do pressuposto do pré-aquecimento das estufas e fornos, o processo pode ser agora representado da forma que se segue na figura 50.

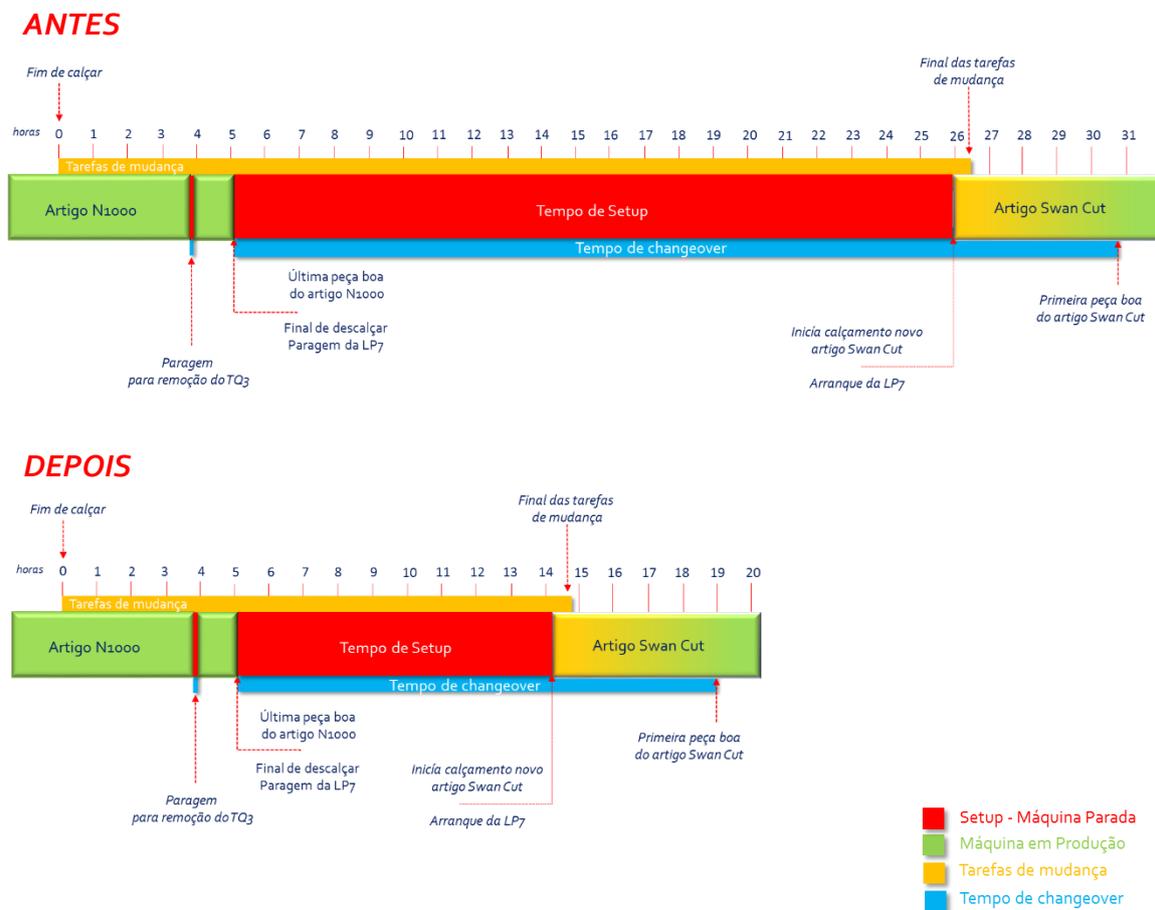


Figura 50: Diagrama do estado inicial do processo e previsão após alterações efetuadas na Fase 4.

### 5.1.11 Diagnóstico de análise do estado inicial do processo

As observações e a recolha de dados efetuada que serviram de partida para esta fase, ainda que preliminarmente, permitiram concluir o seguinte:

1. As observações efetuadas permitem sustentar que o tempo planeado para a mudança da LP7 é amplamente excessivo sendo responsável pelo baixo ritmo das tarefas. O objetivo dos

operadores é centrado no cumprimento do início da produção subsequente e não na perspectiva de minimização do tempo da operação;

2. O tempo excessivo planeado para as mudanças origina o enviesamento dos dados amostrais e propicia a execução de tarefas inadequadas ao processo;
3. Não existe sequenciação de tarefas, nem procedimentos, nem *standard work* o que motiva uma grande variabilidade no modo operatório das equipas;
4. A variabilidade no número de colaboradores nas equipas é uma constante. Há equipas com 2 membros e outras com 5 membros o que não fomenta o trabalho inter-equipas;
5. A experiência dos colaboradores é deficitária. As tarefas são normalmente efetuadas por 1 ou no máximo 2 colaboradores – os mais experientes. Os restantes colaboradores não estão inseridos no grupo;
6. Não há trabalho em equipa. Não há envolvimento das equipas nas tarefas e a descoordenação é uma evidência. A questão: “e agora o que faço?” é uma constante;
7. Falta de liderança na condução das equipas. Não há líder da equipa e por isso a maior parte das tarefas não se realiza de forma síncrona (em paralelo) ou partilhada;
8. Não há seguimento da especificação na produção. Os dados que o planeamento lança para a produção não se encontram alinhados com a especificidade dos produtos;
9. Descoordenação dos setores envolvidos. O setor de manutenção não está alinhado com a produção. A duplicação de tarefas na intervenção da manutenção durante a mudança é uma constante;
10. Os tempos de mudança planeados não variam com a sequenciação de artigos na produção;
11. Durante as observações efetuadas nunca foram impostas quaisquer métricas ou objetivos para o cumprimento das tarefas;
12. Frequentemente os colaboradores afetos à LP7 são deslocados para outro posto de trabalho ou chamados a efetuar outra tarefa, ainda que momentânea, externa à mudança;

13. Há ferramentas que não estão adaptadas às funções implicando a necessidade de improviso pelos operadores;
14. Verificou-se a existência de meios indisponíveis quando necessários (empilhador ou suportes de contentores);
15. Há potencial de melhorias que podem ser incorporadas no equipamento com um baixo custo de forma a agilizar algumas tarefas ou procedimentos, minimizando o tempo das operações.

### **5.1.12 Apresentação dos dados aos stakeholders do projeto**

Os dados observados e o diagnóstico inicial do processo foram dados a conhecer através de uma apresentação formal à gestão de topo da empresa, à equipa de trabalho constituída para o projeto e às equipas de operadores. As reuniões decorreram em sessões separadas motivadas pelos seus distintos objetivos.

A apresentação à gestão de topo teve como objetivo dar a conhecer a situação inicial do projeto, alinhar objetivos e encontrar uma proposta facilitadora da implementação de ações que permitam reduzir a janela aberta pelo planeamento para as mudanças de artigo na LP7, solução que passará pela definição de uma nova estratégia ao nível da organização. Com esta ação, pretende-se potenciar a recolha de indicadores das tarefas mais próximos da realidade observada.

A reunião com a equipa do projeto e operadores, decorreu em duas fases. A primeira fase, consistiu numa ação de formação sobre a metodologia da técnica SMED, nomeadamente na importância da distinção entre as operações internas e externas. O tema teve como objetivo envolver a equipa, estimular ideias e lançar a discussão para a fase que se seguiu.

Na segunda fase, efetuou-se a análise das observações e dos resultados obtidos. Foram identificados pontos críticos do processo, ineficiências, partilharam-se experiências e definiram-se estratégias concertadas para melhorar a execução das operações permitindo uma cuidadosa análise do processo de mudança e de articulação das equipas intervenientes no processo.

A equipa foi liderada por aqueles com mais experiência e com maior participação nas atividades de mudança uma vez que a ação foi fortemente orientada para este tema. A criação de laços fortes e de comprometimento com as soluções é essencial para o sucesso do projeto. O diálogo e a discussão aproximaram os intervenientes e proporcionaram uma oportunidade para, de uma forma informal e séria, partilhar vivências, problemas e dificuldades quotidianas.

O ambiente permitiu alinhar a equipa com os objetivos do projeto, estabelecer compromissos para a abordagem e implementação detalhada do SMED. Nesta fase do projeto, o alinhamento da proposta é baseado no foco de melhorias com menor investimento, ou seja, nas melhorias da organização das tarefas e do trabalho dos intervenientes, uma ação exigente que depende da motivação e interação de todos os colaboradores.

A reunião permitiu ainda alinhar as diferentes formas de executar as tarefas das equipas estabelecendo pontos de concordância e abrindo oportunidades à experimentação e a sugestões para o estudo das melhores metodologias a usar.

Ganhar reconhecimento no processo, identificar as principais dificuldades e conhecer a opinião sobre como deverão ser efetuadas as mudanças de artigo são mais valias que não puderam ser descuradas no diálogo permanente com aqueles que diariamente vivem no chão de fábrica. Por isso, o envolvimento de todos foi fundamental para assegurar a implementação do projeto e o foco nos objetivos definidos.

Em resumo, o envolvimento de todos na investigação do problema permitiu encontrar formas imediatas e apropriadas para o tema abordado e para os problemas detetados. A ação procurou, através de *brainstorming*, encontrar oportunidades que permitam alcançar melhores resultados ao potenciar as melhores práticas e as tarefas mais eficientes de forma a minimizarem o tempo de mudança na LP7.

O resultado da reunião permitiu detalhar as potenciais causas para os maiores problemas existentes na mudança de artigo na LP7 e que contribuem para os longos tempos de *setup* que se observaram nesta fase. As causas para os problemas, estão descritos no Diagrama Causa-Efeito que se apresenta na figura 51 da página seguinte. O Diagrama Causa-Efeito (*Ishikawa*) promove uma análise aprofundada do problema e permite uma visualização objetiva estabelecendo relações significativas entre o efeito e as suas causas, reais e potenciais, auxiliando a separação e a representação das interações entre os fatores que afetam o processo.

No final da reunião de trabalho, estabeleceu-se uma plataforma de entendimento com as equipas que permitiu definir um plano de ação de desenvolvimento conjunto para as próximas fases do projeto.

## Diagrama Causa-Efeito (Ishikawa)

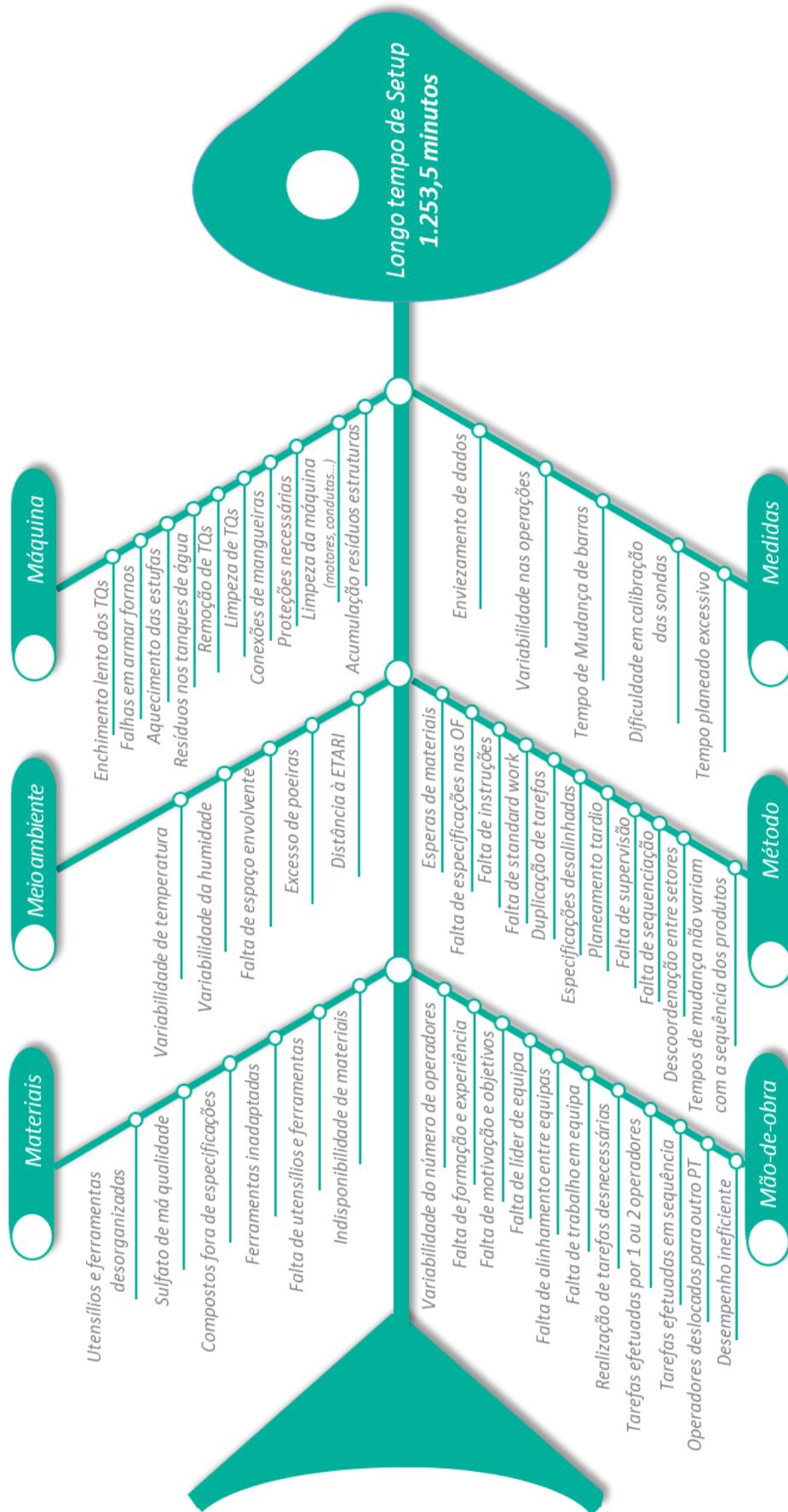


Figura 51: Diagrama causa-efeito (Ishikawa) do processo

### 5.1.13 Tarefas críticas da máquina

O Diagrama Causa-Efeito permitiu listar, através de 6 categorias, as principais causas críticas com impacto relevante para o problema dos longos tempos de *setup*. Fica claro que o número maior de causas está relacionado com a organização, nomeadamente, mão-de-obra e método. No entanto, não menos importante são as causas da máquina, relacionadas com a limpeza e conexões de mangueiras. Junto, abaixo, ilustram-se algumas das causas críticas referidas na máquina.

#### 1. Acumulação de resíduos de sulfato no TQ7.1.

Após imersão dos *liners* no tanque ds sulfato (TQ4), segue-se a imersão no tanque de água TQ7.1. para efetuarem uma primeira lavagem. Durante esta operação são depositadas partículas de sulfato no fundo do tanque que não se dissolvem e que têm de ser removidas manualmente a cada 12 horas de produção e durante os períodos de mudança de artigo (figura 52).

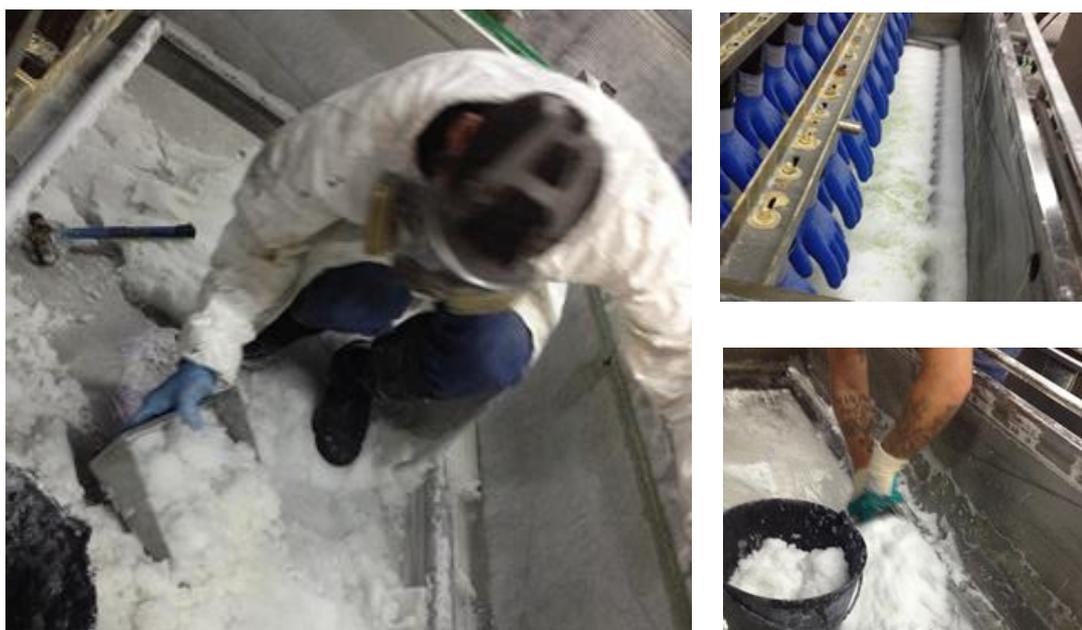


Figura 52: Remoção de sulfato no tanque TQ7.1.

#### 2. Limpeza do TQ3.

Com exceção das mudanças de artigo da família 11-816, todas as restantes mudanças pressupõem a alteração do composto no tanque TQ3. Por isso, é necessário proceder à remoção do TQ3, transporte para a ETARI, desmontagem de uma chapa do fundo do tanque e lavagem por pressão de água (figura 53).



Figura 53: Lavagem do tanque TQ3.

### 3. Acumulação de resíduos na estrutura do equipamento.

Durante o funcionamento do equipamento é frequente que ocorra o escoamento de resíduos de fluidos, na estrutura do equipamento. Na sequência deste fator, os operadores efetuam uma limpeza detalhada da estrutura do equipamento incluindo a desmontagem, lavagem e montagem de chapas e aparadeiras na máquina (figura 54).

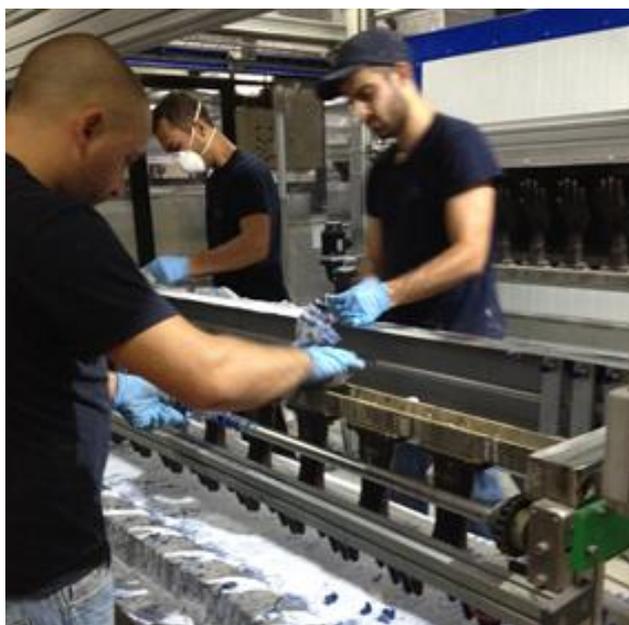


Figura 54: Limpeza da estrutura do equipamento.

#### 4. Proteções da estrutura da máquina.

A sujidade proveniente do escoamento dos fluídos implica a proteção das estruturas (figura 55).



Figura 55: Proteção das estruturas do equipamento.

#### 5. Limpeza de poeiras da máquina.

A agitação do sulfato provoca poeiras, as quais são removidas por sopro (figura 56).



Figura 56: Limpeza da estrutura do equipamento por sopro de ar.

## 6. Conexões das mangueiras.

A quantidade de conexões necessárias durante as mudanças de artigo foi outra das causas apontadas pelos operadores. O facto do esvaziamento e do abastecimento dos tanques de compostos TQ2 e TQ3 se efetuar manualmente contribui para um número elevado de operações de conexões de mangueiras. Somente nos tanques de água TQ6, TQ7.1 e TQ7.2, as operações de esvaziamento e enchimento se efetua de forma totalmente automática (figura 57).



Figura 57: Conexões de mangueiras.

### 5.1.14 Plano de ações imediatas

Os resultados da observação e da reunião de apresentação de resultados aos *stakeholders* do projeto, permitem sustentar a informação e as análises efetuadas de uma forma mais detalhada e sustentada. Para além da metodologia SMED que irá ser utilizada no projeto, o estudo terá que abrir portas para fomentar o envolvimento dos intervenientes, a proximidade entre as áreas de atividade e estabelecer pontos de alinhamento e de coordenação intersetoriais.

Face aos problemas identificados procedeu-se de imediato à implementação de várias ações ao nível organizacional. As ações definidas terão como objetivo criar um ambiente mais favorável e real à recolha de dados das tarefas, colmatando assim as inatividades e o desempenho de tarefas inadequadas ao processo.

Neste contexto, estabeleceram-se de imediato as seguintes ações:

**1. Alteração do período de disponibilidade do equipamento.**

A LP7 está disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana com 4 equipas em regime de rotatividade semanal. A análise da procura e as conclusões iniciais ao processo de mudança culminaram na decisão de reduzir a disponibilidade do equipamento para 5 dias por semana em regime de 24 horas com 3 equipas em rotatividade semanal. A implementação desta ação será traduzida de imediato para o fecho da janela de *setup* inicialmente aberta pelo planeamento para cerca de 600 minutos (10:00:00 horas) para *setups*, cujo valor foi sustentado no estudo que se efetuou no ponto 5.1.11 e que facilmente chegou ao tempo de *setup* de 553,5 minutos (9:13:30 horas). A ação ficará assim mais ajustada ao nível da procura existente e irá impor um novo ritmo e dinâmica no desempenho das tarefas de mudança de artigo.

**2. Criação de equipas estáveis constituídas por 4 colaboradores.**

A rotatividade permanente dos elementos que constituem as equipas da LP7 não fomenta a formação e o treino das ações e tarefas. A criação de equipas estáveis afetas ao equipamento tem por objetivo colmatar esta lacuna e treinar colaboradores de forma a aumentarem o seu desempenho e torná-los independentes nas tarefas. Assim, foram criadas 3 equipas para cobrirem os 3 turnos de laboração, constituídas por 4 elementos, cada, sendo 1 operador experiente e 3 calçadores.

**3. Criação de ações de formação.**

Para que a comunicação possa fluir e de forma a alinhar os objetivos deste projeto, foram ministradas ações de formação SMED conjuntamente com *brainstormings* de análise, e discussão de problemas decorrentes do tema deste projeto.

**4. Potenciação do envolvimento e o alinhamento intersetorial nas ações de mudança nomeadamente: Planeamento – Manutenção – Produção.**

As ações de *brainstorming* foram extendidas aos setores intervenientes envolvendo a gestão de topo, coordenadores de produção e responsáveis de manutenção com o objetivo de manter o alinhamento do projeto e a importância do tema para os resultados da empresa.

**5. Atualização da informação da LP7 junto do planeamento.**

Na fase inicial, constatou-se que a informação das ordens de fabrico era deficitária, uma vez que o planeamento não reunia informação fidedigna sobre o estado do processo. Assim e, baseado nos dados recolhidos, procedeu-se à atualização da informação obtida relativamente ao número de barras constituintes da linha da LP7, ao tempo de ciclo e à necessidade de

“apertar” as janelas de *setup* de forma a criar pressão nas atividades e assim avaliar as operações com tempos mais próximos da realidade.

## **6. Criação de plano de manutenção de primeiro nível.**

A análise de dados demonstrou que em média são consumidos 359 minutos (5:59:00 horas) em tarefas de limpeza (somatório das tarefas por colaborador) nomeadamente a soprar motores, na remoção de poeiras, proteção das estruturas e varrer o espaço envolvente à LP7. Por este motivo será traçada uma ação conjunta com o sector de manutenção da empresa de forma a analisar a situação e estabelecer um plano de limpeza de primeiro nível exclusivo para situações de mudanças rápidas de artigo.

De salientar que as ações apresentadas não têm qualquer custo para o projeto, antes pelo contrário, pois para além de consideradas como fundamentais para a sustentação do projeto apresentam de imediato um elevado benefício decorrente da redução de custos ao diminuir a disponibilidade do equipamento para 5 dias semanais e para 3 equipas de trabalho. Ação mais ajustada à realidade atual do processo.

Com base nas ações apresentadas estabelece-se aqui um compromisso no projeto que permitirá através das ações de melhoria contínua desenvolver uma solução que permita dar continuidade de forma mais sustentável ao projeto.

As observações e a recolha de dados prolongar-se-á pelas fases seguintes e um plano de ações de melhoria abrirá a próxima fase deste estudo, agora com uma janela de planeamento prevista para o *setup* de 600 minutos (10:00:00 horas).

A metodologia do estudo aqui definida e as ilações retiradas, foram determinantes para a recolha de dados nas observações subsequentes e análise detalhada das mudanças de artigo da LP7. Está assim, criada a base de trabalho para a realização do estudo mais detalhado.

### **5.1.15 Organização dos dados**

A implementação das ações, anteriormente referidas, permitiram organizar os dados e efetuar novas observações de forma continuada. Assim, classificaram-se as tarefas tendo em conta:

1. Variabilidade - dependente do artigo ou da especificação da produção;
2. O método - manual ou automático;

3. Nível de risco – avaliação das operações executadas em segurança ou não;
4. Classificação das tarefas – controlo, operação ou movimento;
5. Quanto ao seu valor – operações que acrescentam valor, operações que não acrescentam valor, mas são necessárias e, operações que não acrescentam valor e podem ser eliminadas;
6. Potencial de melhoria – com potencial de melhoria ou de alteração;
7. Número de colaboradores envolvidos;
8. Ferramentas e utensílios usados em cada tarefa.

As ações do estudo prevêm que 29 tarefas poderão vir a ser eliminadas, 75 melhoradas ou simplificadas, 8 substituídas, 5 mantidas com controlo de risco e 10 terão que ser motivo de análise detalhada e estudo à parte uma vez que são tarefas que apresentam variabilidade de acordo com a procura ou as características da produção.

A classificação e análise efetuada permitiu definir ações de acordo com a figura 58.

*Análise do número de tarefas quanto ao estudo a efetuar*



Figura 58: Gráfico de análise do número de tarefas quanto ao estudo a efetuar.

As observações permitiram centrar o problema nas tarefas essenciais e potenciadoras de impacto significativo no tempo de *setup* pelo que as amostras passaram a incidir sobre 114 tarefas manuais e 13 automáticas. O estudo e o projeto de análise das tarefas estão representados na figura 59.

# Project Planner N1000 > Swan Cut - Análise da Observação

tempo em minutos das tarefas

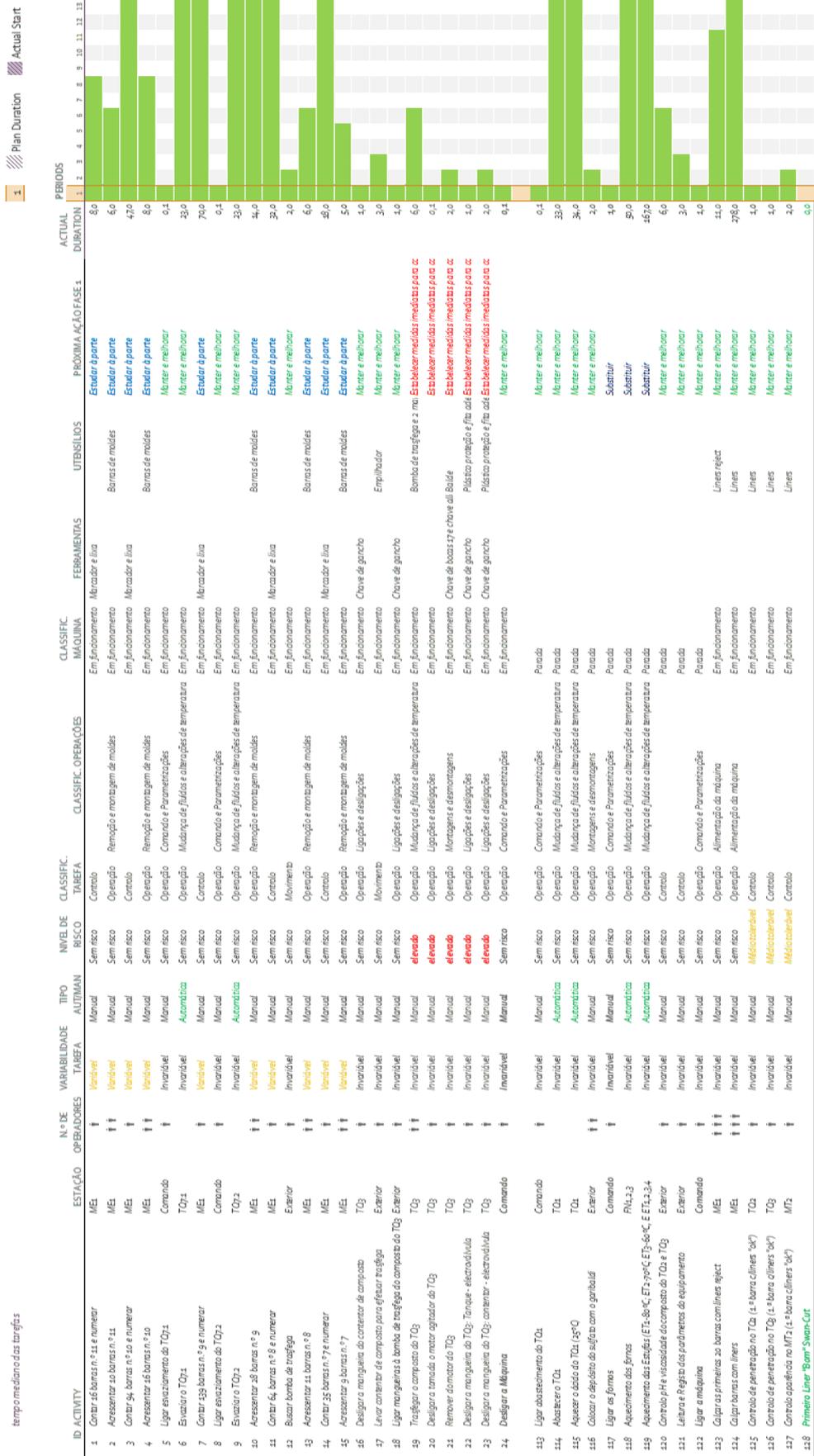


Figura 59: Projeto de análise das tarefas

### 5.1.16 Operações variáveis

As operações variáveis dependem das características da produção, nomeadamente da procura, - operações que se refletem, essencialmente, na quantidade a produzir de cada número de *liners* e, conseqüentemente, apresentam um forte impacto no tempo necessário para equipar a máquina com o número de barras de moldes necessárias.

O tempo consumido na Estação ME1 é fundamentalmente dedicado a tarefas de mudança de barras de moldes da linha de produção (figura 60) e às operações de calçamento de *liners* no arranque da produção.

Uma das tarefas principais, quando se efetua uma mudança de fabrico de artigo é a substituição das barras de moldes na linha de acordo com as especificações da produção. As barras da LP7 contêm 6 pares de moldes de alumínio revestido a teflon e as suas dimensões variam entre o tamanho 6 (mais pequeno) e o tamanho 11 (o maior). Cada barra possui moldes de um só tamanho. A linha de produção tem capacidade para 432 barras sendo que o número de barras de cada tamanho a introduzir na linha é definido na ordem de trabalho de acordo com a quantidade a fabricar.



Figura 60: Operação de mudança de barras na LP7.

Os diferentes tamanhos dos moldes são sempre conjugados de forma agrupada e por ordem de tamanho, isto é, na linha, as barras são colocadas em grupos de sequência de tamanhos: 1º grupo de barras de tamanho 11, depois o grupo de tamanho 10 e assim sucessivamente até perfazer o número de barras especificado pelo planeamento e completar as 432 barras de moldes que a linha suporta.

Acresce, ainda, que a quantidade de barras que estão dispostas nas estufas (ET1, ET2, ET3 e ET4) varia em função do artigo a produzir (requisito definido na ficha de especificações de produção do artigo). A variabilidade da quantidade de barras nas estufas prende-se com o tempo que se pretende obter entre a imersão dos fluidos compostos.

A figura 61, ilustra a distribuição da quantidade de barras nas diferentes estações da LP7. O exemplo ilustra a produção do artigo Swan Cut (Hyflex 11931-11937-11939).

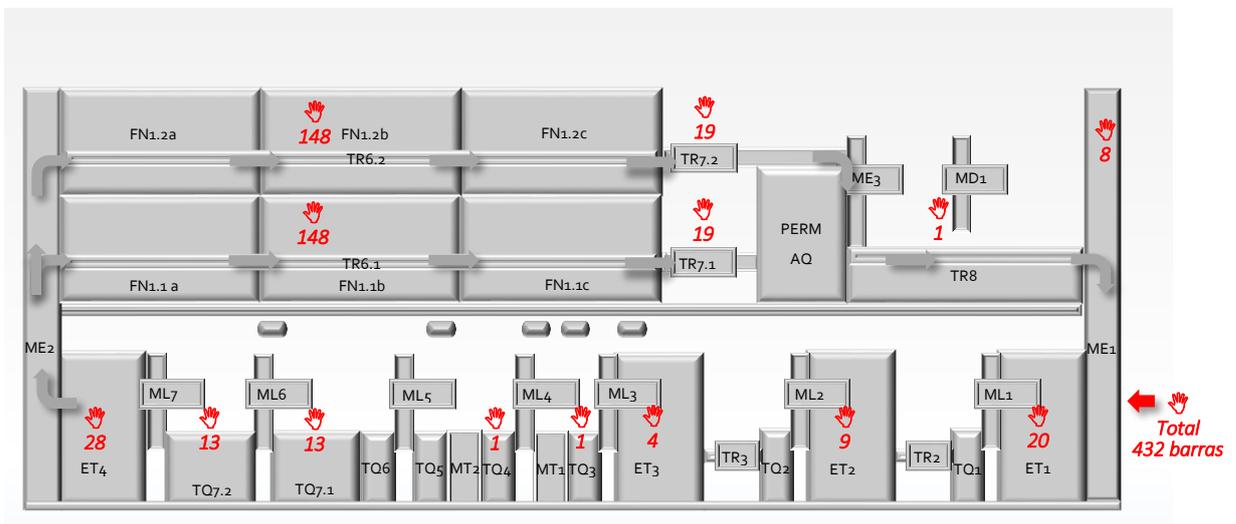


Figura 61: Distribuição do número de barras ao longo das estações da LP7 (configuração Swan Cut).

### 5.1.17 Tempo de processamento

A velocidade da LP7 depende da especificidade do artigo a produzir e, por isso, está definida na ficha de especificações técnicas do produto.

De forma genérica, são quatro os fatores que influenciam a velocidade do equipamento:

1. Velocidade de entrada no tanque;
2. Velocidade de saída do tanque;

3. Altura de imersão;
4. Ângulo de imersão.

A velocidade de entrada e de saída do tanque das barras de moldes são parâmetros adaptados à especificidade do material têxtil. São parâmetros críticos de qualidade pois fazem variar a penetração dos fluidos compostos nos *liners*. Frequentemente são preferidas velocidades baixas para evitar a acumulação ou o excesso de penetração do fluido composto nos *liners*.

A altura e o ângulo de imersão específica a forma como os *liners* imergem nos fluidos e por isso a localização de revestimento pretendido nas luvas, as quais se agrupam em 3 formas: *Palm fit*,  $\frac{3}{4}$  e *Full dip* (figura 62).



Figura 62: Imersão de *dipping* *Palm fit*,  $\frac{3}{4}$  e *Full dip* (da esquerda para a direita).

Para além destes 4 parâmetros acresce a velocidade dos manipuladores a qual é definida como sendo a distância percorrida por um manipulador ao movimentar uma barra de moldes, desde a sua origem até à estação de destino e o seu regresso ao ponto inicial num determinado espaço temporal.

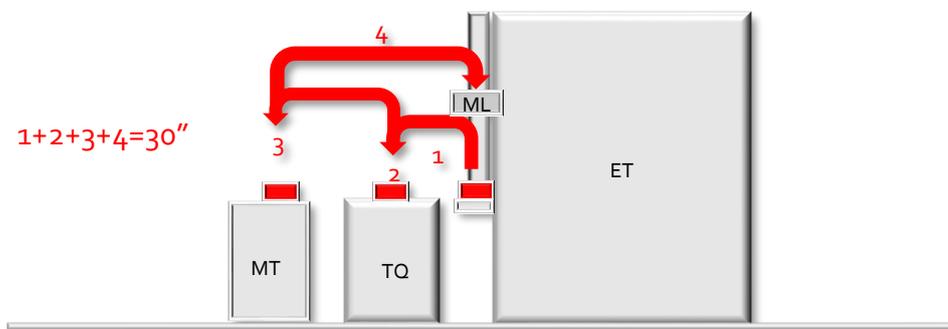


Figura 63: Exemplo do percurso efetuado pelo manipulador de barras de moldes ML3. A velocidade dos manipuladores é igual ao somatório dos tempos dos movimentos 1, 2, 3 e 4.

A figura 63 ilustra o tempo que o manipulador ML3 demora a realizar os 4 passos assinalados:

1 – transporte da barra a partir da saída da ET até ao TQ; 2 – imersão da barra no TQ; 3 – transporte da barra do TQ até ao suporte MT; 4 – regresso ao ponto inicial (1).

Teoricamente, a velocidade dos manipuladores seria suficiente para definir a velocidade da máquina que se traduziria no ritmo da produção não fossem as limitações existentes no que se refere às limitações impostas pelas restantes fatores que influenciam neste cálculo (velocidades de entrada e saída do tanque, altura e ângulo de imersão). Porque a velocidade dos manipuladores está condicionada aos restantes fatores de parametrização, torna-se difícil determinar instantaneamente a velocidade do equipamento. A obtenção desta informação passará pelo cálculo tendo em conta as características específicas do artigo.

A LP7 é uma linha de produção de fluxo contínuo e circuito fechado. As barras são calçadas na estação ME1, a qual podemos definir como ponto inicial, transportam os *liners* ao longo do equipamento e regressam ao início. O tempo deste percurso varia com o designado tempo de processamento, específico para cada artigo. O tempo total de 1 ciclo completo da máquina varia entre os 270 e os 300 minutos (4:30:00 e as 5:00:00 horas).

A possibilidade de combinar artigos com diferentes modos de imersão (*palm fit*,  $\frac{3}{4}$  e *full dip*) são determinantes para dificultar a determinação exata do tempo de processamento do artigo e o tempo percurso das barras. Importa notar que é importante clarificar aqui as duas designações apresentadas:

Tempo de Processamento do artigo – o tempo contado a partir do momento em que os *liners* são calçados na barra dos moldes (estação ME1) até ao ponto em que são descalçados dos moldes (estação MD1) e depositados por gravidade numa bancada de inspeção. O tempo de processamento médio é de 278 minutos (4:38:00 h).

*Flowtime* das barras – é o tempo que decorre num ciclo completo da LP7, ou seja, desde o ponto inicial em que a barra é calçada (estação ME1) até à chegada ao mesmo ponto (estação ME1). O tempo médio deste percurso é 284 minutos (4:44:00 horas).

A figura 64, da página seguinte, apresenta os tempos médios do *flowtime* nas estações da LP7. O conhecimento destes tempos será fundamental para o desenvolvimento deste projeto.

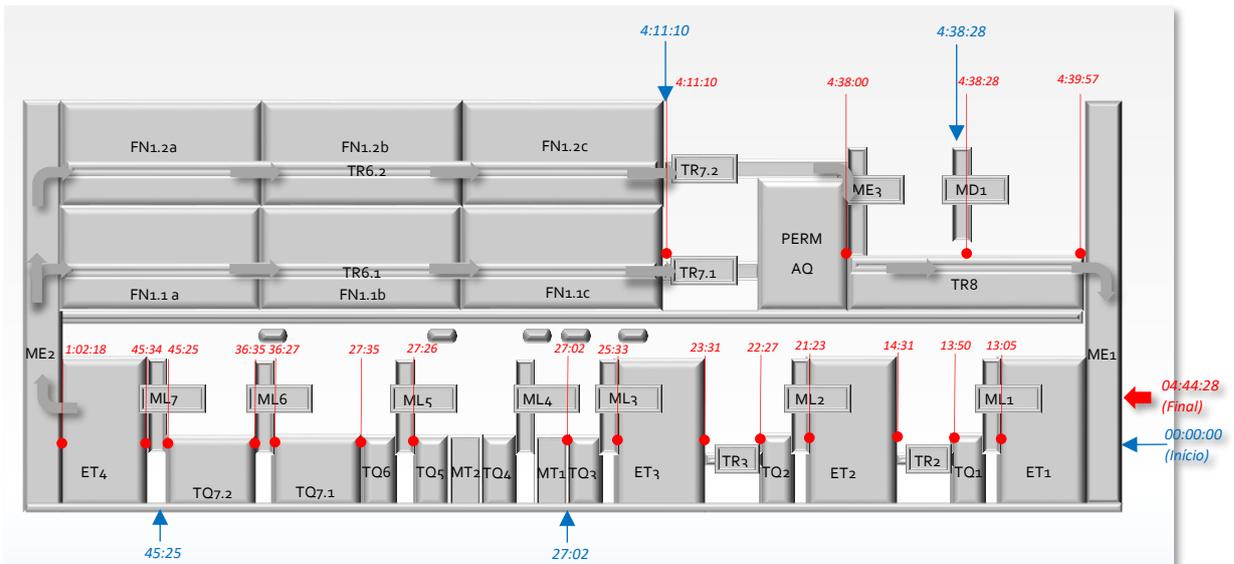


Figura 64: Estudo dos tempos de percurso das barras ao longo das estações (hh:mm:ss).

Como curiosidade e característica de construção do equipamento, podemos verificar que a LP7 trabalha em “vazio”, em média, cerca de 6 minutos em cada volta de ciclo completo. Ou seja, o ciclo completo do equipamento poderia ter sido encurtado em média 6 minutos. Este valor representa 2,11% de desperdício no processo e ao fim de 24 horas de trabalho representa 30 minutos de produção, nada mais que uma perda de 278 pares de luvas ao final de cada dia (figura 65).

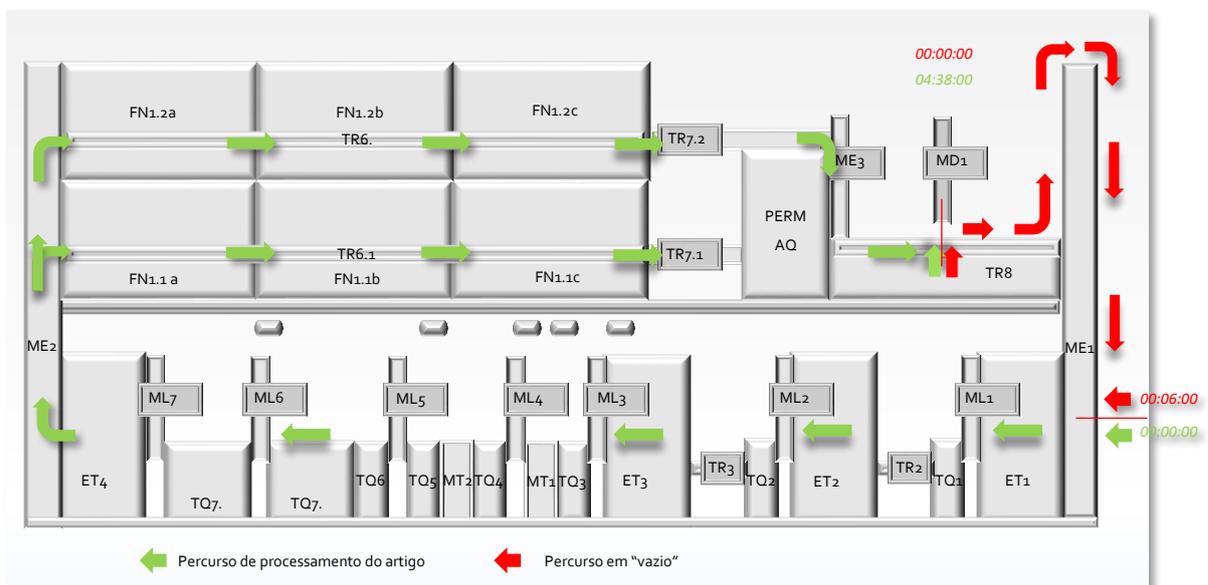


Figura 65: Ilustração dos percursos de processamento do artigo e percurso em “vazio”.

Resumindo, a mudança de barras de moldes na linha da LP7 varia de acordo com os requisitos da procura e de artigo para artigo sendo que esta operação pode ser efetuada imediatamente a seguir ao

calçamento da última barra do artigo em fabrico. A operação é forçosamente efetuada com a máquina em funcionamento e, por isso, deverá ser iniciada logo após terminar o calçamento da última barra do artigo em curso. A partir deste ponto a máquina terá que efetuar um ciclo até que a produção desse artigo termine. Assim, esta operação é externa, ou seja, é efetuada com o equipamento em funcionamento otimizando o seu ciclo de produção.

### 5.1.18 Análise estatística das tarefas de mudança de barras

O cálculo dos tempos consumidos nas tarefas de mudança das barras, descrevem-se abaixo (tabela 14) e baseiam-se no histórico das mudanças de barras efetuadas no equipamento no período de janeiro de 2017 a março de 2018 supondo a otimização dos movimentos efetuados. Assim, os operadores estão em média 45 minutos a mudar barras e 207 minutos (3:27:00 horas) a controlar a passagem de barras (tempo correspondente àquelas que se mantêm na linha).

Tabela 14: Estatística descritiva de tarefas relativas à mudança de barras.

#### Estatísticas Descritivas tarefas relativas à mudança de barras (valores em minutos)

(em min)	Contar					Mudar				
	Min	Média	Mediana	Máx	DesvPad	Min	Média	Mediana	Máx	DesvPad
<b>Tamanhos</b>										
11	0,0	3,2	0,0	16,3	5,8	0,0	9,8	11,1	21,0	7,7
10	43,2	62,1	59,8	98,6	15,4	0,0	5,5	2,0	31,5	8,7
9	68,2	87,0	85,7	107,3	10,4	0,0	5,9	0,9	28,6	9,3
8	21,6	37,7	38,5	50,2	6,3	0,0	6,2	3,8	27,4	7,6
7	1,2	16,1	15,7	28,6	8,0	0,0	10,9	9,3	27,4	9,6
6	0,0	0,8	0,0	12,8	3,1	0,0	6,6	6,4	13,4	5,3
<b>Total Mov.</b>	<b>172,7</b>	<b>207,0</b>	<b>203,6</b>	<b>249,1</b>	<b>23,7</b>	<b>2,9</b>	<b>45,0</b>	<b>48,4</b>	<b>79,3</b>	<b>23,7</b>

### 5.1.19 Análise estatística dos dados

Após identificação das tarefas manuais e automáticas os dados foram tratados estatisticamente com o objetivo de identificar possíveis variações no processo e validar a estabilidade dos dados resultantes das observações efetuadas. Será com base no resultado estatístico que se desenvolverão as ações de melhoria do processo. Os dados baseiam-se na recolha de 10 amostras aleatórias. Uma vez que as amostras são pequenas todos os testes realizados são não-paramétricos.

O estudo foi efetuado para as tarefas com maior impacto no *setup* sendo a análise baseada em estatísticas descritivas (tabela 15) e intervalos de confiança (tabela 16) efetuadas em dois sub-grupos: tarefas automáticas e tarefas manuais. Apesar do número de amostras reduzidas (10 amostras) o

estudo permite traçar 3 caminhos: Otimista, provável e pessimista. Para avaliar a estimativa dos parâmetros populacionais recorreu-se ao estudo dos intervalos de confiança das diferentes amostras.

O estudo está sujeito a erros de amostragem aleatórios. A margem de erro quantifica esse erro e indica a precisão da sua estimativa. Em alguns casos, o grau de incerteza é significativo, no entanto, como não foi possível aumentar o tamanho das amostras em tempo útil, foram estes os dados utilizados no projeto e baseados na ótica provável.

Tabela 15: Estatística descritiva de tarefas

### Estatísticas Descritivas tarefas (valores em minutos)

Variável – F <sub>4</sub>	Média	EP Média	DesvPad	Mínimo	Q <sub>1</sub>	Mediana	Q <sub>3</sub>	Máximo
Remover do motor do TQ <sub>3</sub>	2,22	0,30	0,94	1,08	1,50	2,00	2,87	4,00
Transportar o TQ <sub>3</sub> para ETARI	2,01	0,05	0,17	1,77	1,83	2,01	2,18	2,23
Lavar TQ <sub>3</sub>	38,89	3,79	12,00	20,29	30,47	38,77	47,94	58,49
Ligar mang. Composto TQ <sub>3</sub>	0,89	0,02	0,07	0,83	0,83	0,88	0,94	1,00
Ligar abast TQ7.1	0,14	0,01	0,02	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
Ligar abast TQ7.2	0,14	0,01	0,02	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17
Ligar abast. TQ1	0,13	0,01	0,02	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17
Ligar abast TQ2	0,14	0,01	0,02	0,10	0,13	0,14	0,15	0,17
Ligar abast. TQ4	0,13	0,01	0,02	0,09	0,11	0,14	0,15	0,16

Tabela 16: Intervalos de confiança de tarefas.

### Intervalos de confiança (valores em minutos)

Amostra	N	Média	DesvPad	EP Média	IC de 95% para $\mu$
Abastecer o TQ1	10	25,54	10,98	3,47	(17,69; 33,39)
Aquecer o ácido do TQ1	10	31,71	4,41	1,39	(28,56; 34,86)
Abastecer o TQ2	10	21,12	2,67	0,85	(19,21; 23,03)
Abastecer o TQ3	10	25,36	5,65	1,79	(21,32; 29,40)
Abastecer o TQ4	10	12,40	4,79	1,51	(8,97; 15,83)
Esvaziar o TQ7.1	10	21,60	0,97	0,31	(20,91; 22,29)
Abastecer o TQ7.1	10	26,65	2,19	0,69	(25,09; 28,21)
Aquecimento da água do TQ7.1	10	157,10	10,80	3,41	(149,38; 164,82)
Esvaziar o TQ7.2	10	24,30	2,21	0,70	(22,72; 25,88)
Abastecer o TQ7.2	10	20,85	2,00	0,63	(19,42; 22,28)

Ao longo das observações foram levantadas suspeitas de que o tempo de aquecimento das estufas poderia estar relacionado com o tempo de aquecimento dos fornos (FN1-2-3). Para analisar a suspeita efetuou-se uma análise de regressão, cujos dados são apresentados nas tabelas 17 e 18.

## Análise de Regressão: Aquecimento das Estufas

Tabela 17: Modelo de regressão.

### Sumário do Modelo

<i>S</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>R<sup>2</sup>(aj)</i>
10,5910	34,13%	25,90%

Tabela 18: Análise de variância.

### Análise de Variância

<i>Fonte</i>	<i>GL</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Regressão	1	465,05	465,053	4,15	0,076
Erro	8	897,35	112,168		
Total	9	1362,40			

O gráfico de análise de regressão está representado na figura 66. A variação na resposta que é explicada é de 34,1%, pelo que não se pode concluir a existência de uma relação forte entre o tempo de aquecimento dos fornos e das estufas.

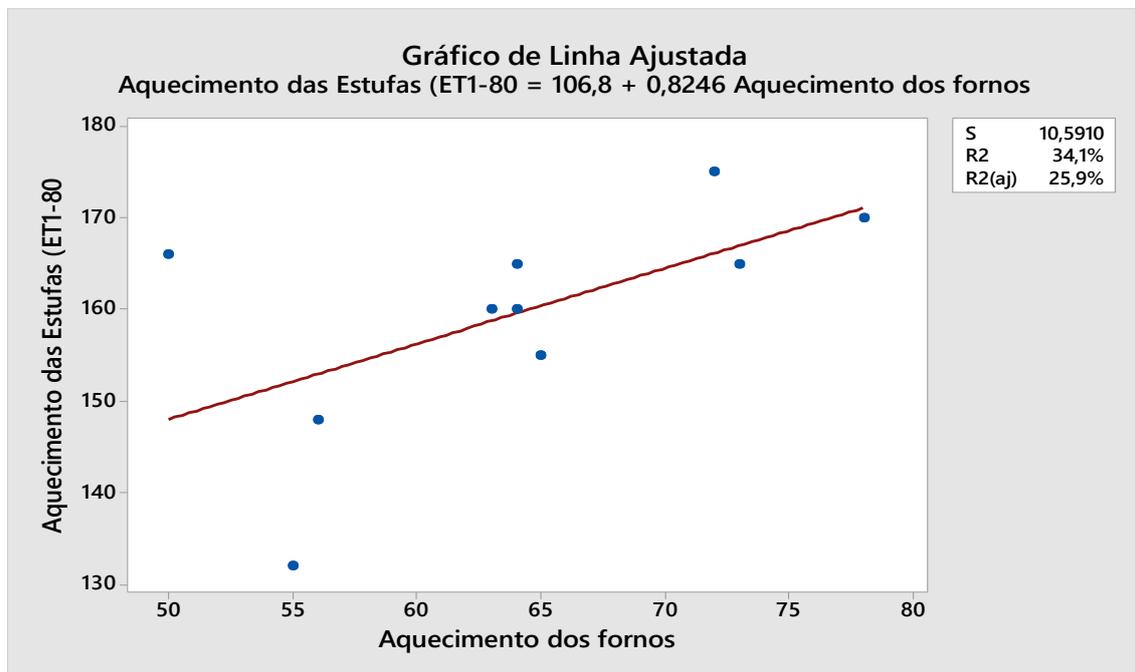


Figura 66: Gráfico de análise de regressão.

Após implementação da redução da janela de *setup*, estimou-se a capacidade do processo definindo-se um limite superior hipotético de 600 minutos (10:00:00 horas) para o *setup*.

A partir dessa definição efetuou-se uma recolha de 23 amostras de *setup* de forma a possibilitar o estudo estatístico (tabelas 19 e 20).

Tabela 19: Estatística descritiva do estado inicial do processo.

### Estatísticas Descritivas: Estado inicial

Variável	Média	EP Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Moda	N.Moda
Estado inicial	533,2	25,6	122,9	348,0	468,0	540,0	618,0	876,0	480	3

Tabela 20: Teste T para uma amostra do estado inicial do processo.

### Teste T para Uma Amostra: Estado inicial

N	Média	DesvPad	EP Média	IC de 95% para $\mu$
23	533,2	122,9	25,6	(480,1; 586,4)

$\mu$ : média de Estado inicial

Para prever com maior exatidão a percentagem dos valores que estará dentro de um intervalo específico efetuou-se um teste à normalidade dos dados. A análise do Teste de normalidade Ryan Joiner baseado na correlação permitiu evidenciar a normalidade dos dados. Como  $p = 0,10 > 0,05$  não rejeita  $H_0$ , podemos afirmar que os dados evidenciam uma distribuição normal. Também a estatística de Ryan-Joiner RJ = 0,968 ou seja próximo de 1 por isso a distribuição aproxima-se da normal (figura 67).

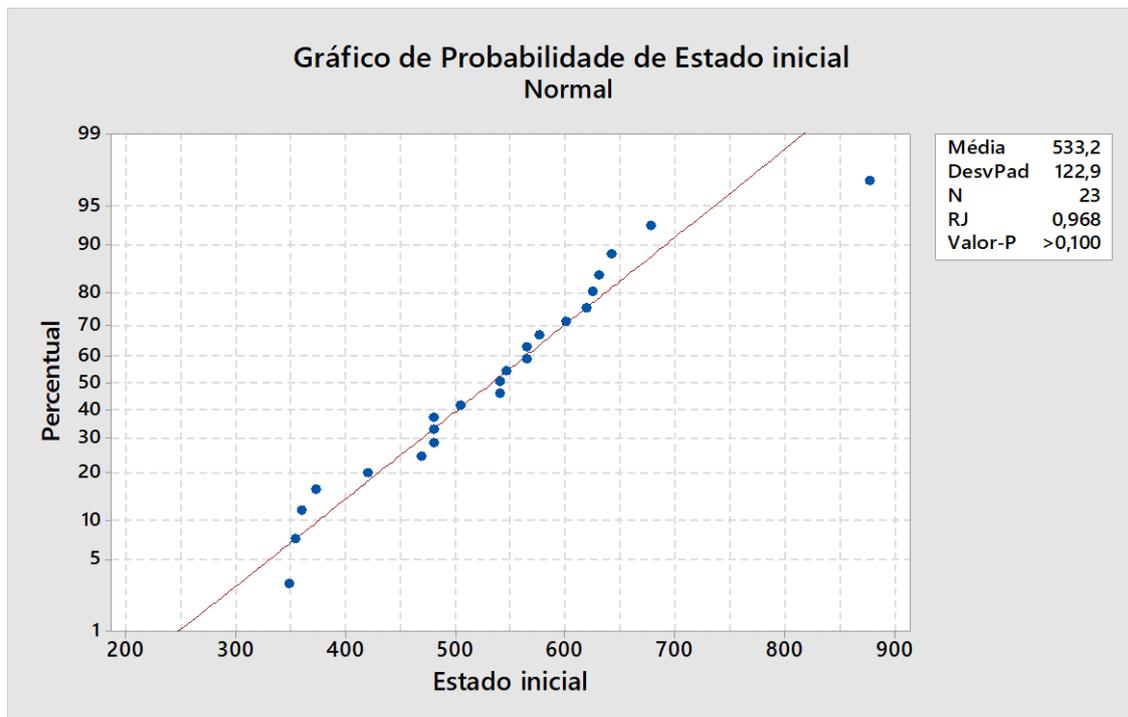


Figura 67: Gráfico do teste à normalidade dos dados.

A média é agora de 533,2 minutos, ou seja, para uma janela proposta de cerca de 600 minutos a média já se encontra abaixo desse limite. No entanto, a média do processo não está estável pois detetaram-se 6 pontos acima do limite máximo das 10 horas 26,1% das observações efetuadas (figura 68).

A quantidade de dados pode não ser suficiente para obter estimativas precisas. A média do processo difere significativamente do alvo.

Para uma estimativa de 10 horas, 29,35% do tempo ainda está fora de limites de especificações.

### Carta I-AM

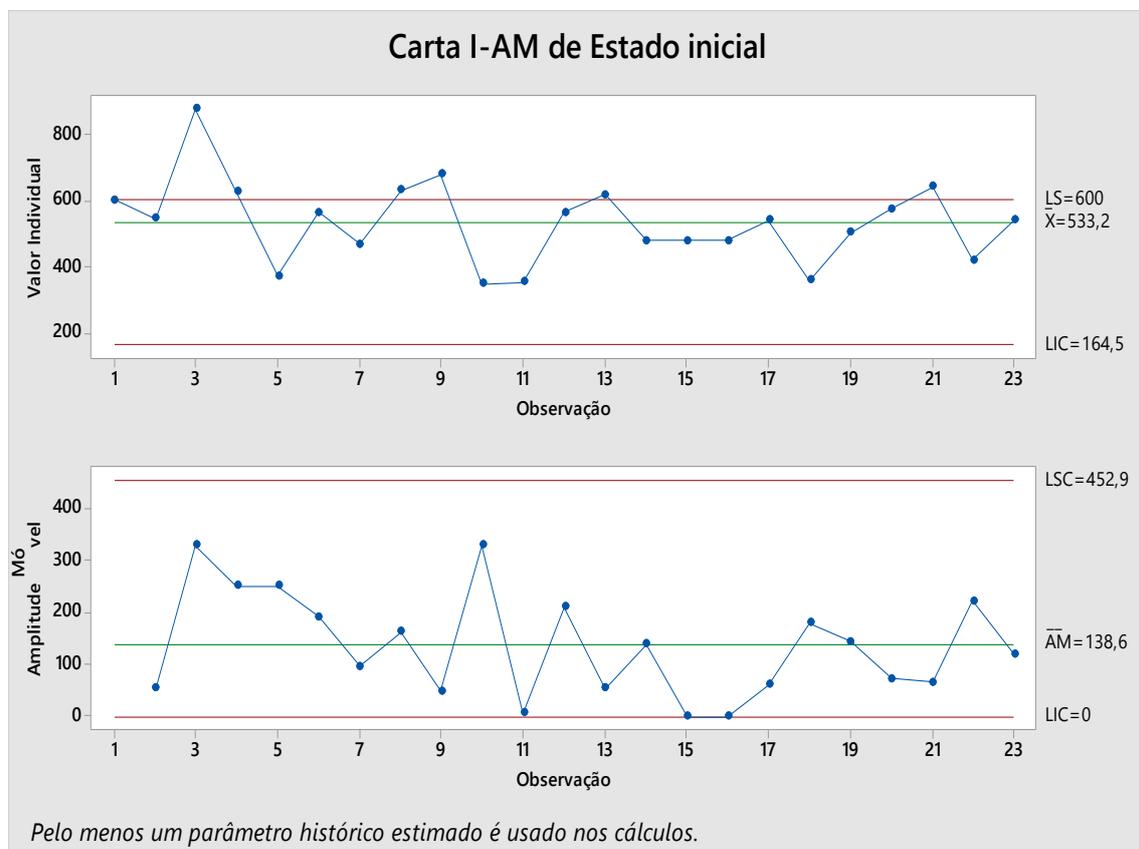


Figura 68: Cartas de controlo I-AM do estado inicial do processo.

O estudo de capacidade ao processo (figura 69) comprova a necessidade de introduzir melhorias no processo tendo como foco atingir o tempo máximo de 300 minutos (5:00:00 horas) de *setup*. A abordagem da estratégia de melhoria será desenvolvida nos próximos Estágios do SMED.

## Capabilidade do Processo

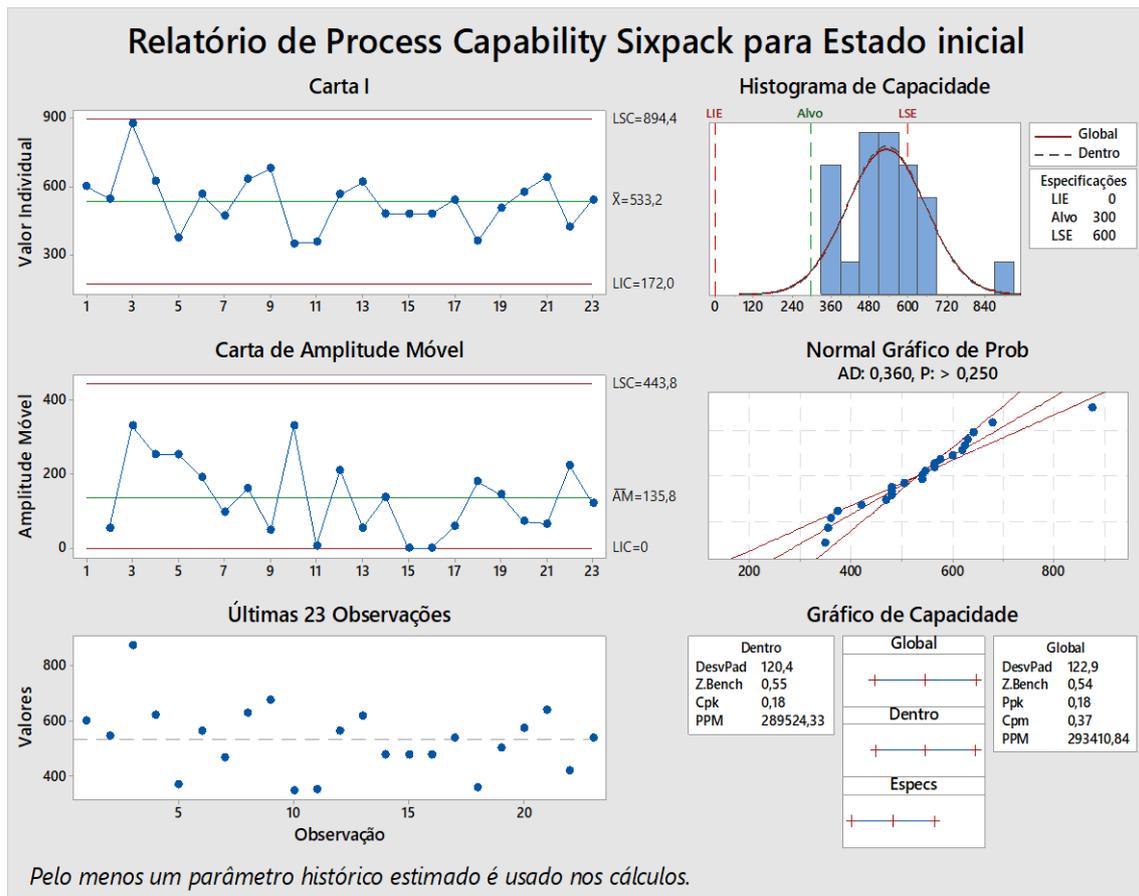


Figura 69: Relatório de capacidade do processo do estado inicial.

## 5.2 Estágio 1

O passo mais importante do Estágio 1 para a realização do SMED é distinguir as operações internas das operações externas. Pretende-se realizar um esforço para tratar a maior parte das operações como externas minimizando o tempo de paragem do equipamento. O domínio da distinção entre os conceitos de operações internas e externas é fundamental para atingir o SMED, desenvolver, seleccionar e implementar a melhor solução com riscos controlados.

O sucesso do Estágio 1 é baseado na implementação bem-sucedida da distinção entre as atividades, as quais são validadas com técnicas apropriadas. Na primeira fase elaboram-se *check-lists* das operações onde são especificados os meios, utensílios, parâmetros e outras variáveis utilizadas. As *check-lists* evitam que hajam erros na realização das operações. Numa segunda fase procedeu-se à melhoria de transporte de meios e utensílios, o qual se centrou no posicionamento dos utensílios a serem utilizados e a identificação dos melhores locais para a realização das operações minimizando deslocações. A terceira fase consistiu nas verificações de condição de funcionamento das estações

de trabalho com impacto direto no setup e com especial foco no sistema de exaustão e no funcionamento dos fornos e estufas. Seguiu-se a classificação das operações em internas e externas. A última fase, consistiu em equacionar novas soluções para o problema.

### 5.2.1 Análise das operações

A elaboração de *check-lists* das operações permitiu uma maior compreensão das tarefas. A figura 70 ilustra a *check-list* de *pré-setup*.

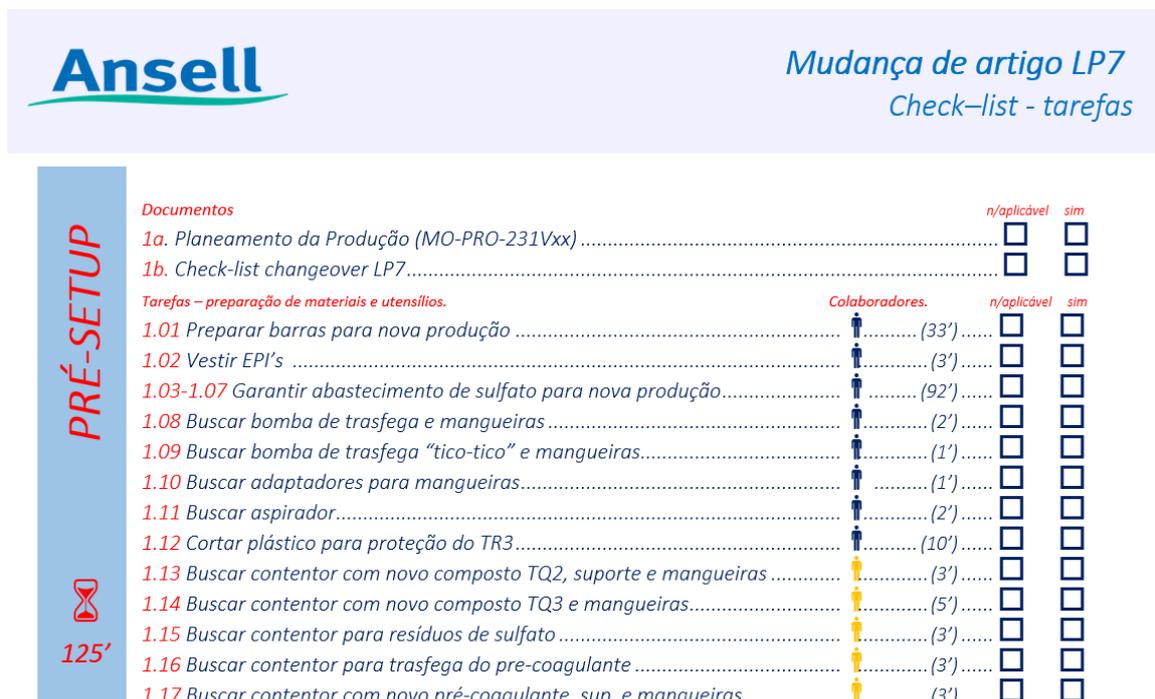


Figura 70: Check-list – Pré-setup

As *check-lists* especificam o *modus operandi*, os meios, utensílios, parâmetros e outras variáveis utilizadas. Estas ferramentas são um meio visual acessível que para além de evitar erros na realização das operações contribuem para o *standard work* das operações.

### 5.2.2 Melhoria de transporte de meios e utensílios

A movimentação de meios e utensílios foi objeto de análise e foram incluídas melhorias no transporte das barras de moldes e na movimentação de matérias-primas e materiais subsidiários. A localização das ferramentas, materiais de apoio e das barras de moldes foi definida de forma a minimizar movimentações e o esforço despendido pelos operadores. A figura 71 mostra os suportes de barras

utilizados para a movimentação de aproximação à estação ME1 e os carros elevatórios de utilizados para efetuara trasfega do sulfato sempre que necessário.



Figura 71: Transporte das barras de moldes e de sulfato.

### 5.2.3 Implementação de 5S

A metodologia 5S é amplamente utilizada pelos colaboradores da Ansell pelo que as melhorias introduzidas no processo foram de fácil implementação.

As operações de melhoria basearam-se na seleção dos utensílios e ferramentas necessárias à mudança. Procedeu-se à determinação de locais próprios para colocação dos utensílios e contentores de matérias-primas e identificaram-se respetivos espaços. As ferramentas deixaram de estar de forma desorganizada numa gaveta e passaram a estar arrumadas num quadro apropriado para o efeito. O quadro de ferramentas, para além de estar acessível, contribui para uma visualização rápida e fácil da disponibilidade das ferramentas (figura 72).



Figura 72: Delimitação de espaços para meios e utensílios e quadro de ferramenta.

## 5.2.4 Classificação das operações internas e externas

É no Estágio 1 que se classificam as operações internas e externas. Uma operação externa pode ser realizada com o equipamento em funcionamento enquanto que uma operação interna terá que forçosamente ser realizada com o equipamento parado (Shingo 1985).

Com base neste conceito, todas as operações relacionadas com o transporte de ferramentas, verificações, devoluções de material são do tipo externo. Operações de conexão e desconexão, troca de ferramentas são consideradas operações internas.

O estudo analisou as tarefas com impacto no tempo de *setup*. As tarefas objeto deste trabalho não tiveram em conta as tarefas variáveis relacionadas com a mudança de barras já que essas foram prontamente definidas como operações externas, efetuadas durante o último ciclo de produção do equipamento. Durante a evolução do trabalho foram sendo identificadas melhorias e registadas todas as ações (figura 73).

### Project Planner N1000 > Swan Cut - Operações internas e externas

Análise das tarefas (não inclui tarefas variáveis como mudança de barras)



Figura 73: Exemplo do quadro de classificação das operações e da separação prévia das operações internas em externas.

Durante a análise constatou-se que das 118 tarefas efetuadas, 24 foram executadas com a máquina em funcionamento perfazendo um total de 442,3 minutos (25,7% do tempo total de tarefas realizadas). As tarefas internas perfizeram um total de 94 tarefas que contabilizaram 1.281,4 minutos, ou seja 74,3% do tempo total. Desta análise, pode inferir-se que praticamente 75% do tempo realizado nas tarefas foi efetuado com a máquina parada.

### **5.2.5 Equacionar soluções para o Problema**

O estudo inicial permite concluir que não há sistematização nem distribuição equitativa do trabalho sendo que estes fatores são os principais responsáveis pelas falhas ocorridas no processo, nomeadamente:

1. Esquecimento de tarefas;
2. Paragem de operadores ou em espera que outros terminem determinada tarefa;
3. Excesso de deslocações e movimentações motivadas pela falta de metodologia sistemática.

A longa duração das tarefas durante a mudança e a sua frequência de ocorrência durante a noite e madrugada foram algumas dificuldades sentidas durante as observações. Como os eventos de mudança são escassos muitas vezes foram analisadas tarefas ou parte de tarefas iguais em outras mudanças de forma a recolher observações representativas para o estudo.

O controlo estatístico efetuado e o escasso trabalho em paralelo, permite afirmar que quase tudo faz parte do caminho crítico das tarefas. O esforço, será centrado essencialmente no desenvolvimento do trabalho em paralelo e no balanceamento da distribuição das tarefas pelas equipas.

A análise detalhada das tarefas de mudança que constituíram o objeto dos estudos efetuados pela metodologia SMED no Estágio preliminar e Estágio 1, pretendem criar condições sustentáveis e necessárias para a implementação de uma solução prática no chão de fábrica a qual, será aqui adaptada e descrita nos estágios que se seguem.

## **5.3 Estágio 2**

Durante o Estágio 2 procuraram-se soluções para converter as operações internas em externas. Este procedimento implica uma mudança de hábitos e de metodologias utilizadas pelas equipas envolvidas e o procedimento por vezes é de difícil implementação pois exige a participação ativa e o

consenso dos operadores. A forma direta com que o problema foi exposto, o diálogo e discussão permanente foram os ingredientes principais que motivaram o consenso na identificação de soluções para o projeto. Muitas vezes a conversão de operações internas em externas implicam investimento o qual pode não ter um impacto tão significativo que o justifique. Este assunto, foi objeto de análise e identificaram-se potenciais soluções com menores requisitos de investimento técnico.

### **5.3.1 Preparação de condições operacionais**

A decisão passou pela implementação de ações com impacto imediato na redução do tempo de *setup* dando ênfase à preparação de condições operacionais. Com base no estudo efetuado anteriormente, as tarefas automáticas representam em média 38,4% do tempo total consumido nas tarefas. O esvaziamento e enchimento dos tanques TQ7.1 e TQ7.2 representam 20%,0 desse tempo e o aquecimento de fornos e estufas 2,6% e 8,6%, respetivamente. De acordo com esta análise as ações seguiram o princípio da preparação antecipada das condições de forma a minimizar o tempo de paragem do equipamento motivado por estas tarefas. Assim, o esvaziamento dos tanques TQ7.1 e TQ7.2 serão efetuados com o equipamento em funcionamento (operações externas). No caso dos fornos e das estufas, a opção prevê não efetuar o seu desligamento após finalização do artigo em produção. O ajuste da temperatura é mais favorável a partir de um forno ou estufa já quentes. O tempo que demora a atingir a temperatura especificada para o novo artigo é mais curto e minimiza o consumo de gás durante o arranque dos fornos.

### **5.3.2 Procura de soluções e conversão de operações**

As tarefas de limpeza já foram anteriormente identificadas como um problema crítico cujo impacto é significativo na paragem do equipamento. Essas tarefas chegam a perfazer 196 minutos (3:16:00 horas) e fazem parte integrante das tarefas realizadas durante a mudança de artigos. As tarefas para limpar as poeiras libertadas pelo sulfato, através de sopro de ar, têm uma duração média de 54 minutos ao que se precedem as tarefas de limpeza da estrutura da máquina, ocupando 4 operadores por mais de 50 minutos.

As tarefas relacionadas com a limpeza do equipamento não fazem parte do plano de limpeza ou de manutenção preventiva, no entanto, estão incluídas nas mudanças de artigo, independentemente da sua necessidade. Na realidade, o processo produtivo inclui produtos que provocam a sujidade e obstrução de meios mecânicos e eletrónicos importantes pelo que é compreensível a limpeza dos órgãos da máquina. Mas seriam as tarefas executadas pelos operadores as mais convenientes em ambientes de “stress” produtivo e trariam algum valor acrescentado ao processo ou evitariam

constrangimentos durante o processo? Na realidade nunca houve evidências que comprovassem tais factos.

Porém, há evidências de pontos críticos no processo nomeadamente, a agitação do sulfato no tanque TQ4, que provoca grande libertação de poeiras durante o fabrico; o escorrimento do pré-coagulante (ácido) e dos compostos químicos que escorrem dos *liners* depositando-se nos vários componentes da estrutura da máquina. Por estes motivos a decisão aponta para que se efetue uma limpeza profunda da máquina durante os tempos de paragem por mudança. Mas seria o tempo previsto para essas limpezas e o método através de sopro de ar das condutas e dos motores adequado?

A realidade é que soprar poeiras não é um método aconselhável. A forma de evitar que a poeira se espalhe por toda a máquina é recorrer à aspiração. A vantagem da aspiração não se limita a remover as poeiras, mas também a possibilitar que outros colaboradores intervenham em ações paralelas. As operações de sopro não admitem que ações paralelas se executem dentro da máquina, motivado pelo excesso de pó que é levantado durante a operação.

Para além disso, a limpeza efetuada pelos operadores do equipamento não se baseia em nenhum plano sendo muitas vezes complementada por especialistas da manutenção, que chegam a duplicar as tarefas já executadas pelos operadores. A inexistência de planos de manutenção de primeiro nível propicia atrasos nas operações e a descoordenação entre os intervenientes podendo ser apontada como a principal causa da realização de tarefas sem qualquer valor acrescentado para a mudança.

Neste contexto e, de forma a colmatar estes problemas, decidiu-se efetuar um plano de limpeza básico de primeiro nível que garanta a limpeza dos órgãos mecânicos essenciais da máquina. O plano realizado pelo setor de manutenção clarificou as operações básicas a serem realizadas durante as mudanças de artigo. As operações mais complexas de manutenção preventiva do equipamento ficarão da responsabilidade dos especialistas da manutenção e a sua intervenção definida em “janelas de tempo” coordenadas com o planeamento.

O plano de limpeza terá como objetivo assegurar o bom funcionamento dos órgãos críticos da máquina. O plano é fundamental para reduzir o tempo inicial de paragem por *setup*. Esta ação permite anular um conjunto de operações as quais, para além de não acrescentarem qualquer valor, serão definitivamente eliminadas.

O plano de limpeza é descrito num documento de simples interpretação e que foi transformado num guia visual que fará parte das tarefas a desenvolver durante as mudanças de artigo. A figura 74, traduz o plano de limpeza definido para as tarefas de mudança de artigo e as ferramentas a utilizar em cada tarefa.

*Plano de limpeza para mudanças de artigo*

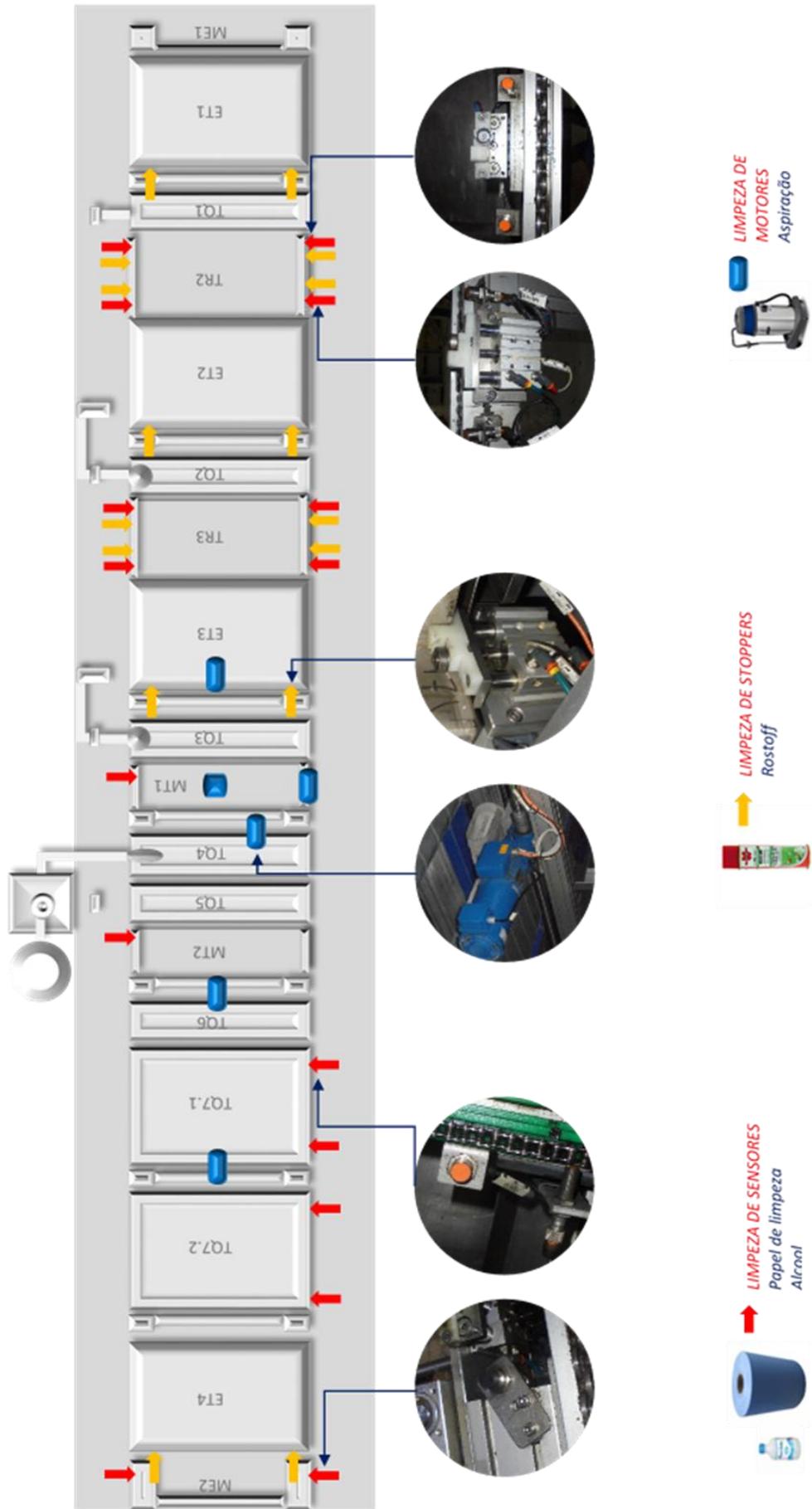


Figura 74: Plano de limpeza da LP7 durante mudanças de artigo - Guia Visual.

Além da simplificação das tarefas de limpeza da LP7, procuraram-se outras alternativas para potenciar a conversão de operações e que passaram pelo estudo detalhado do período de processamento do equipamento como uma possível solução para influenciar o *setup*.

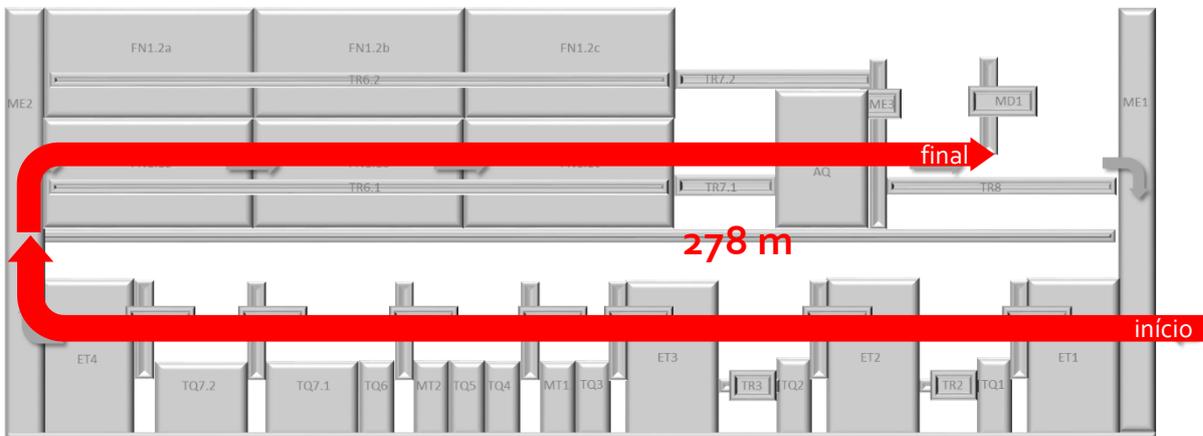


Figura 75: Tempo de processamento da LP7 – Na última volta de produção este período caracteriza-se pela perda de rentabilidade uma vez que as barras passam sem liners até a totalidade dos artigos serem produzidos.

O tempo de processamento da LP7 é bastante longo, em média 278 minutos (4:48:00 horas), correspondente ao espaço temporal que decorre entre o calçamento de uma barra até ao descalçamento dessa mesma barra (figura 75). Na última volta de produção, este tempo é pautado por um elevado tempo de inatividade dos operadores. Na realidade, a partir do momento em que os operadores calçam a última barra de *liners* as suas tarefas terminam e ficam em espera até terminar o processamento do artigo. Assim, impõe-se determinar como é que este tempo poderá ser otimizado e quais as tarefas de mudança que poderão ser executadas.

Após finalização de calçamento, a máquina continua em processamento, ou seja, em movimento da sua linha, pelo que estão reunidas as condições necessárias para otimizar o movimento da máquina efetuando a mudança de barras na linha de produção e afetando 2 operadores necessários a essa tarefa.

Além disso, outras ações poderão ser tomadas de forma a poder balancear a implementação de ações e não agravar a pressão do tempo das tarefas no final da produção. A possibilidade de interromper momentaneamente a produção do artigo, implicando a execução de um conjunto de operações internas, é uma decisão que pretende forçar a conversão de um número acrescido de operações externas numa fase posterior (figuras 76 e 77). Este cenário será explicado nas páginas que se seguem.

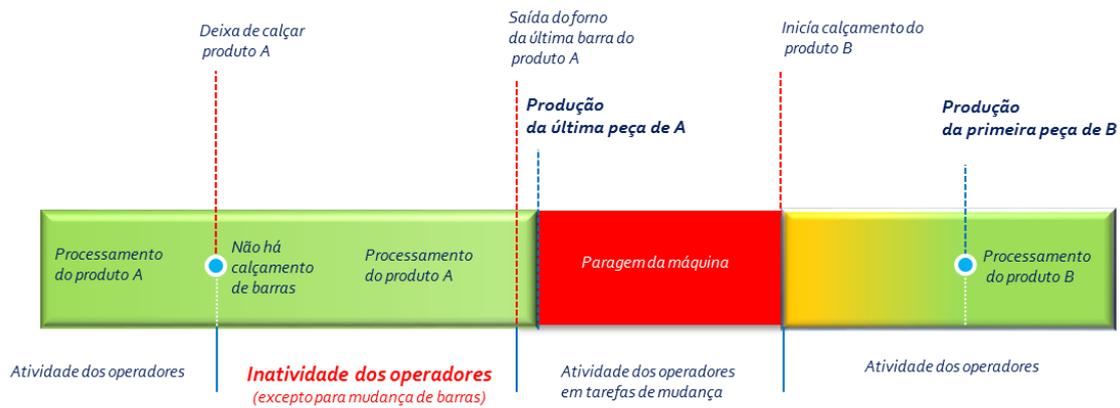


Figura 76: Cenário sem interrupção da produção na última volta de produção para a mudança de artigo.

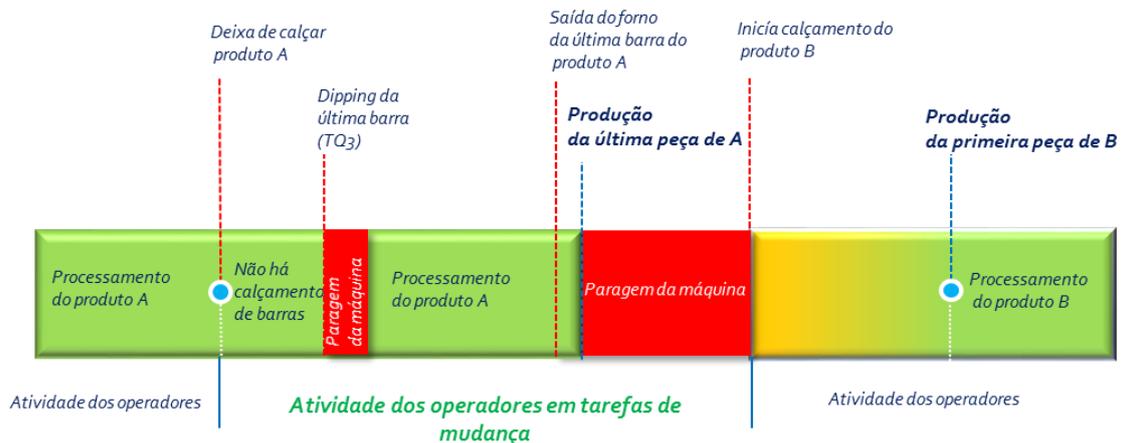


Figura 77: Cenário com interrupção da produção na última volta de produção para a mudança de artigo.

Fica claro que a interrupção da produção permite um aumento da ocupação dos operadores ao longo do período de processamento do artigo em produção. Esta ação, só por si, força a que um conjunto de tarefas sejam convertidas em operações externas após produção da última peça de “A” minimizando o tempo de inatividade e antecipando operações de forma a transformá-las em externas.

Os ganhos inerentes a esta interrupção são suficientes para justificar uma curta interrupção durante o processamento da linha. No entanto a interrupção terá que ser controlada de forma a evitar impactos na qualidade do produto.

A figura 78 ilustra a estimativa de tempo de *setup* após produção da última peça de “A” para as situações de não interrupção e de interrupção da produção.

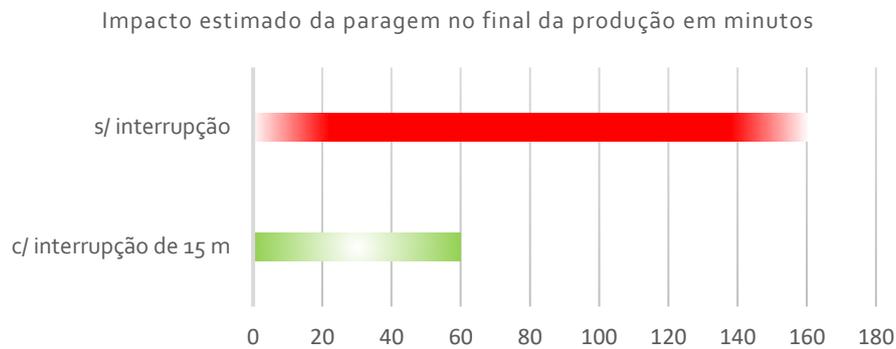


Figura 78: Gráfico da estimativa de tempo do *setup* sem interrupção e com interrupção da produção após produção da última peça de “A”.

A interrupção da produção na última volta, durante 15 minutos, representará um ganho mínimo estimado de 100 minutos (1:40:00 horas) no final da produção. De acordo com esta estimativa e sendo esta opção vantajosa para a redução do tempo de indisponibilidade do equipamento no final da produção importa ter em conta o momento ideal para que essa interrupção se processe de forma a não ter impacto na qualidade dos produtos em processamento. Assim, o ponto possível de interrupção resulta no ponto a partir do qual a última barra calçada transpõe o último tanque de leaching - o tanque TQ7.2 (figura 79).

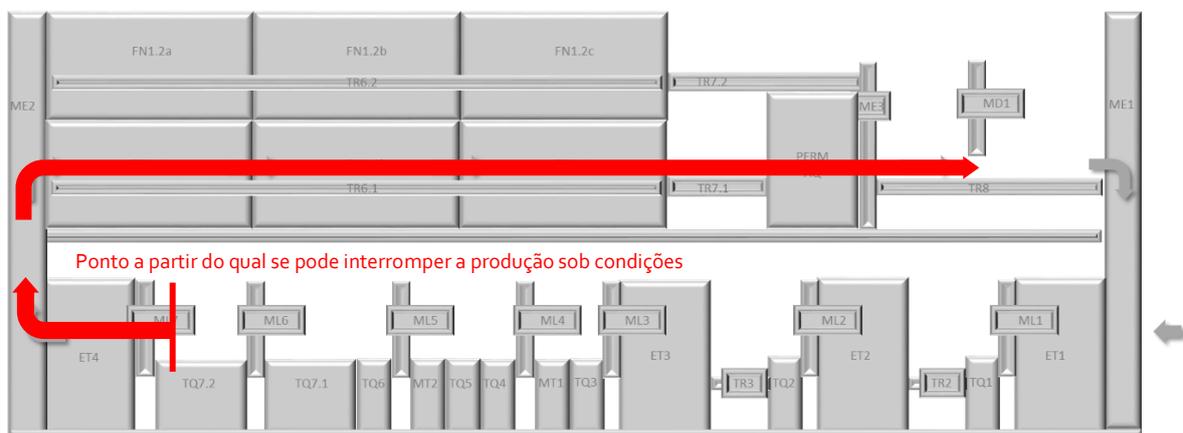


Figura 79: Ponto a partir do qual se poderá interromper a produção, na última volta, por um período controlado.

Partindo deste princípio e após estudo prévio das tarefas de mudança e tendo em conta as alterações necessárias para o cumprimento das normas de segurança do equipamento, decidiu-se dividir as tarefas ao longo de 6 fases.

A figura 80, representa graficamente as fases que foram definidas para o desenvolvimento do projeto.

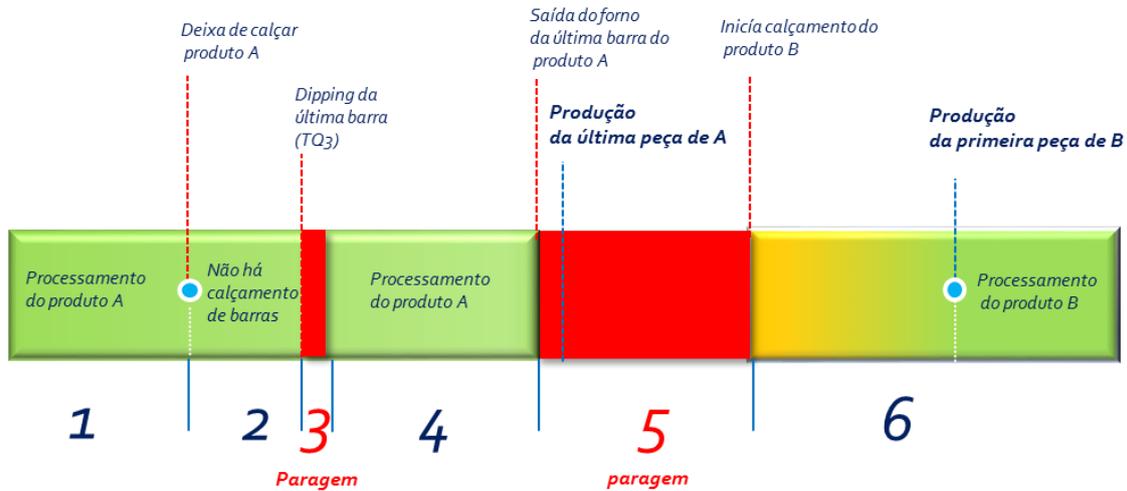


Figura 80: Estudo das fases planeadas para ocorrência de tarefas de mudança.

Resumidamente e, partindo das fases acima definidas, poderemos considerar duas soluções para a gestão dos tempos em que poderão decorrer as operações externas e internas de mudança.

Quanto às operações externas:

Fica claro que a operação de mudança de ferramentas da linha de produção - substituição de barras de moldes -, deverá ser iniciada imediatamente após a finalização do calçamento da última barra de moldes do artigo em produção, tirando proveito do tempo de inatividade da equipa.

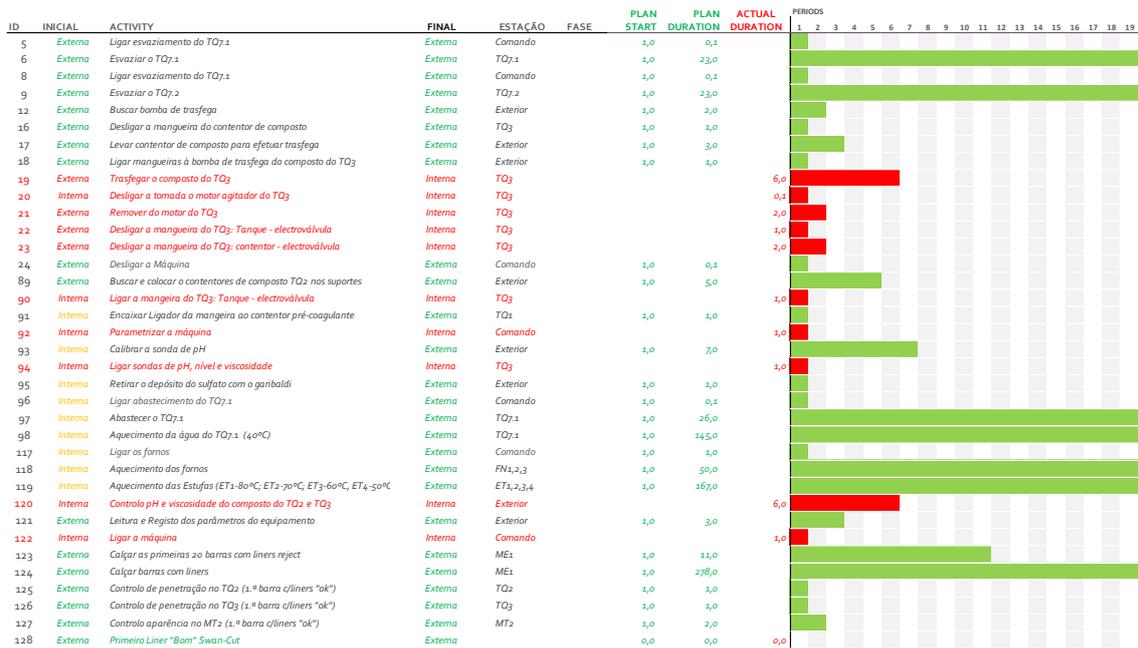
Quanto às operações internas:

Efetuar as operações internas repartidas em dois momentos sendo o primeiro momento com a interrupção momentânea da produção do artigo na última volta e o segundo momento após conclusão do artigo e paragem da LP7. A interrupção momentânea e controlada minimizará os tempos da paragem da Fase 5 e irá garantir que as tarefas se executem em segurança.

A figura 81 apresenta o método utilizado na classificação e conversão das operações realizadas durante as tarefas de mudança.

## Project Planner N1000 > Swan Cut - Operações internas e externas

Análise das tarefas (não inclui tarefas variáveis como mudança de barras)



	tempo em m	npo h:m:s	%	n.º	%
<b>inicial</b>					
Externa	442,3	7:22:18	25,7%	24	20,3%
Interna	1.281,4	21:21:24	74,3%	94	79,7%
<b>Total</b>	1.723,7	28:43:42	100,0%	118	100,0%
<b>Final</b>					
Externa	1.275,8	21:15:48	87,3%	57	64,0%
Interna	185,9	3:05:54	12,7%	32	36,0%
Anular	262,0	4:22:00	17,9%	39	32,6%
<b>Total</b>	1.463,7	24:21:42	100,0%	89	100,0%
<b>Final - Inicial</b>					
Externa	833,5	13:53:30		33	
Interna	-1.095,5	18:15:30		-62	
<b>RESUMO</b>					
Operações Externas	833,5	13:53:30	188,4%	33	
Operações Internas	-1.095,5	18:15:30	-85,5%	-62	

Figura 81: Classificação e conversão das operações internas em externas.

A repartição das operações internas em dois momentos força operações que seriam consideradas internas em operações externas no final da produção. Simultaneamente, esta medida dá ocupação aos operadores num período de inatividade e antecipa tarefas as quais, inevitavelmente consumiriam tempo e recursos caso se efetuassem no final da produção. O período de interrupção (Fase 3) não poderá afetar os fatores críticos de qualidade do artigo pelo que as operações a efetuar e o tempo de paragem foi calculado em cerca de 15 minutos.

Com esta decisão, a classificação das operações e a transformação das operações internas em externas permitiu, em simultâneo, remover as tarefas inadequadas ou supérfluas ao processo.

O resultado, permitiu eliminar 29 tarefas que não acrescentam valor e que, representam 262 minutos (4:22:00 horas). As tarefas externas passaram de 24 para 57, um incremento de 883,5 minutos (188,4%) e as tarefas internas diminuíram 1.095,5 minutos (-85,5%) face ao inicial observado.

### 5.4 Estágio 3

O objetivo deste Estágio prende-se com a racionalização de todos os aspetos das operações de *setup*. Na sua base estão as metodologias de melhoria das condições de armazenagem e transporte, na implementação de operações em paralelo, no uso de fixadores rápidos, eliminação de ajustes, no sistema de mínimo múltiplo comum, entre outros.

#### 5.4.1 Racionalização das operações

A racionalização das operações incidiu fundamentalmente nas tarefas realizadas pelos operadores. Os treinos das tarefas levaram ao desenvolvimento de soluções e metodologias mais céleres e eficazes.

A quantidade de conexões, foram anteriormente apontadas como uma tarefa crítica aquando da interrupção prevista de curta duração para proceder à remoção do tanque de composto TQ3. Assim, houve necessidade de simplificar o encaixe das mangueiras aos tanques de abastecimento para que as operações se fizessem no mais curto tempo possível.

As extremidades das mangueiras foram equipadas com encaixes mais rápidos e eficientes. A figura 82 é demonstrativa dos engates rápidos das mangueiras de conexão aos tanques de abastecimento.



Figura 82: Engates rápidos das mangueiras.

No Estágio Preliminar, fora identificada a acumulação de resíduos de sulfato no tanque TQ7.1 como ponto crítico. A remoção dos resíduos de sulfato do tanque é uma tarefa crítica, efetuada no período de interrupção do equipamento (Fase 3), cuja duração de paragem do equipamento não poderá ser superior a 15 minutos. A dificuldade da remoção dos resíduos de sulfato depende do tempo em que os resíduos estão expostos ao ar. Assim, se a exposição, após esvaziamento da água do tanque for prolongada, os resíduos solidificam e endurecem, sendo necessária a utilização de alavancas metálicas para os remover. Por isso, esta tarefa apresenta-se como a mais crítica e a qual pode ter um impacto muito negativo na qualidade do produto, caso a tarefa exceda os 15 minutos.

De forma a minimizar a acumulação de resíduos de sulfato no tanque TQ7.1, o setor de manutenção projetou um novo tanque, substituto do tanque TQ6 original, que permitiria efetuar uma pré-lavagem dos *liners*. O tanque, equipado com jatos de água, pretende libertar o excesso de sulfato dos *liners*, o qual será removido automaticamente através de um sem-fim instalado no fundo (figura 83). Este processo pretende evitar a acumulação do sulfato no tanque TQ7.1 facilitando a tarefa de limpeza e proporcionando uma economia significativa no consumo de água.



Figura 83: Tanque TQ6 com sistema de remoção automático de resíduos de sulfato (à esquerda). Tanque TQ6 original (à direita).

O novo tanque foi produzido e testado. No entanto, verificou-se que os jatos de água utilizados para fazer a pré-lavagem dos *liners* danificavam a superfície de composto do revestimento. Os jatos de

água do tanque serão reequacionados a curto prazo. O estudo não foi concluído antes da finalização deste projeto e, por isso, o tema será incluído em oportunidades de melhoria futuras.

#### **5.4.2 Reorganização das operações e sequências**

Durante o Estágio 3, o custo das alterações e melhorias ao equipamento pode não ter um impacto tão significativo que justifique o investimento necessário. A decisão passou por dar maior ênfase ao desenvolvimento do trabalho em equipa e à implementação de operações paralelas e não sequenciadas. O trabalho com as equipas pressupõe dedicação e persistência na avaliação dos intervenientes e no desenvolvimento de metodologias de motivação. No entanto, este é um passo importante para sustentar investimentos de melhoria nos equipamentos. Com operadores desmotivados não há garantia do retorno do investimento e, por isso, é tão importante trabalhar a motivação das equipas.

Esta perspetiva implicou a reorganização das operações e um trabalho dedicado ao estudo da sequenciação e precedência das tarefas de forma a garantir o cumprimento dos objetivos inicialmente traçados para o projeto.

#### **5.4.3 Implementação de ações paralelas**

A implementação de ações paralelas é uma técnica utilizada para a redução do tempo interno. As ações baseiam-se na partição de atividades internas de *setup* e a sua atribuição a dois ou mais operadores de forma a poderem ser realizadas em paralelo. Segundo Shingo (1985), estas ações podem reduzir em mais de 50% o tempo necessário para a execução da totalidade das tarefas. Esta técnica, foi identificada como a mais adequada e económica durante a paragem do equipamento uma vez que as atividades requeridas para a mudança podem ser realizadas em paralelo com a intervenção dos 4 operadores por turno afetos à LP7.

### **5.5. Implementação das ações SMED**

As páginas que se seguem descrevem a solução encontrada para cada uma das 6 fases definidas para a redução do tempo de *setup* na máquina LP7 durante uma mudança de artigo N1000 para Swan Cut. No final, a informação é complementada por um guia visual (figuras 90 a 95). Este é o resultado da implementação da metodologia SMED e das ações paralelas não sequenciadas. A descrição é efetuada de acordo com as 6 Fases planeadas anteriormente para as tarefas de *setup*.

## Fase 1 – Preparação de materiais

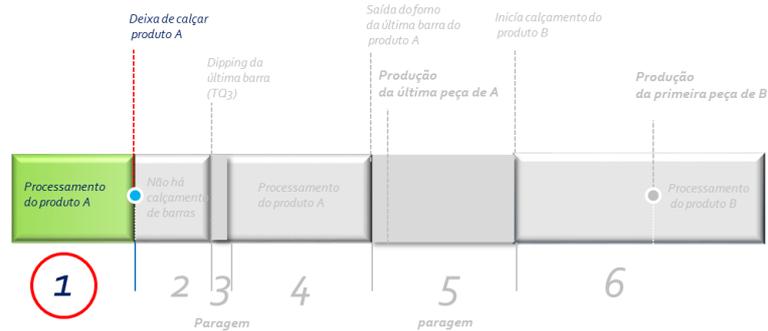


Figura 84: Fase 1 - Preparação de materiais.

A Fase 1 (figura 84) consiste em preparar todas as ferramentas e utensílios necessários para a mudança de artigo. Esta operação tem por objetivo organizar e dispor junto às estações da LP7 todas as ferramentas e utensílios necessários às tarefas de forma a minimizarem o impacto de deslocações e do tempo dispendido na sua procura. A Fase de preparação deverá ser iniciada 125 minutos (2:05:00 horas) antes de terminar a operação de calçar e, além de contemplar a preparação de ferramentas e utensílios deverá prever a preparação de todas as barras de moldes necessárias à mudança e a disponibilização de matérias-primas nomeadamente, *liners*. O abastecimento no bordo de linha é efetuado pelo *mizusumashi*.

Ao operador mais experiente da LP7, deverá ser atribuída a responsabilidade da liderança das operações de mudança de artigo. É fundamental que o líder da equipa assuma toda a coordenação da equipa e a articulação entre o planeamento, a produção, a logística e a manutenção. O líder deverá ser o responsável máximo na condução das operações e manutenção dos objetivos e das boas práticas de trabalho.

## Fase 2 – Mudança de barras

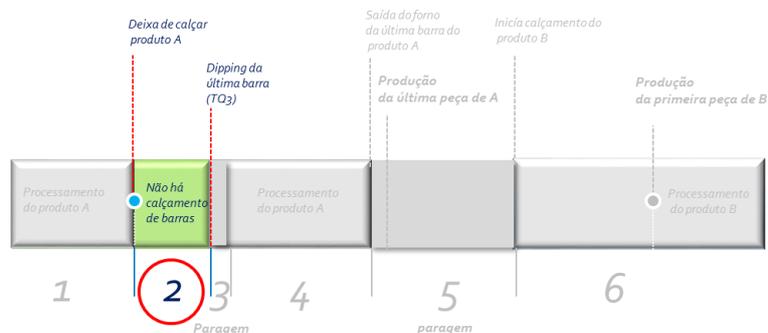


Figura 85: Fase 2 - Mudança de barras.

A Fase 2 (figura 85) tem uma duração aproximadamente de 45 minutos e compreende o espaço de tempo que decorre entre a última barra de moldes calçada e o ponto em que essa mesma barra sai no tanque de *leaching* TQ7.2. Nesta fase, todas as tarefas executadas serão externas.

Assim que a última barra de moldes termina o calçamento, procede-se ao esvaziamento do tanque de *leaching* TQ7.1 (operação automática) e cerca de 20 minutos depois o esvaziamento do TQ7.2. Em simultâneo, inicia-se a mudança de barras de forma a otimizar o ciclo de produção do artigo em fabrico. A configuração do número de barras por tamanho a equipar a máquina é fornecida pelo planeamento da produção. Dois membros da equipa permanecem afetos à mudança de barras e contam e acondicionam o material sobranter da produção anterior. Os restantes dois operadores iniciam o desligamento de mangueiras aos contentores de abastecimento e as ligações necessárias das mangueiras às bombas que serão usadas para a trasfega quer do composto do TQ3 quer do pré-coagulante (ácido) do TQ1. Nesta fase, a máquina encontra-se em funcionamento pelo que todas as operações de mudança são efetuadas cumprindo rigorosamente as normas de segurança do equipamento.

Durante o planeamento das tarefas, a afetação dos operadores teve em consideração as suas competências com o objetivo de fomentar o trabalho de grupo e a partilha de experiências. Os grupos de trabalhos são frequentemente constituídos por um operador mais experiente e um menos experiente. A aprendizagem e a partilha de experiências foi sempre a base deste trabalho.

A Fase 2 termina com o desligamento da máquina, - interrupção momentânea - para que se possa retirar o tanque de composto TQ3. A interrupção culmina com o desligamento da máquina após “dipagem” e no momento em que a última barra de moldes calçada sai no tanque de *leaching* TQ7.2 e entra na estufa ET4. A partir desse momento a máquina é desligada com exceção dos fornos e das estufas.

### Fase 3 – Trásfega e remoção do TQ3, trásfega do TQ1 e lavagem dos TQ7.1 e TQ7.2

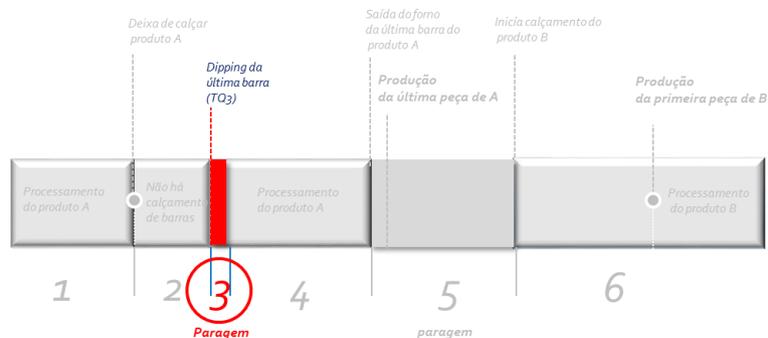


Figura 86: Fase 3 – Trásfega e remoção do TQ3, trásfega do TQ1 e lavagem dos TQ7.1 e TQ7.2.

A Fase 3 (figura 86) é iniciada logo após o desligamento da máquina (fase anterior), ou seja, após a última barra de moldes calçada ter saído do tanque TQ7.2 e os tanques TQ7.1 e TQ7.2 se encontrarem vazios. Esta Fase terá uma duração de 15 minutos, uma paragem mínima de forma a não causar impacto na qualidade do artigo em fabrico e forçar a execução de algumas tarefas a passarem a externas otimizando assim o tempo disponível dos operadores, tal como foi anteriormente referido.

Esta tarefa exige a coordenação e o foco de todos os intervenientes já que a especificidade das tarefas e o trabalho articulado da equipa assim o obriga. Esta é a Fase mais crítica da operação sendo importante que se cumpram os tempos previstos para as tarefas definidas.

Os pontos mais críticos da operação são a lavagem do TQ7.1, cuja ação de lavagem do tanque pressupõe a remoção de resíduos de sulfato acumulados e solidificados no fundo do tanque. A experiência prova que a remoção dos resíduos é mais fácil com a solução bastante húmida. Para além desta operação terão que ocorrer em simultâneo as operações de transfega do composto e remoção do TQ3 e de transfega do pré-coagulante do TQ1. A fase terminará com a ligação das mangueiras para abastecimentos dos tanques de pré-coagulante e do tanque de composto do TQ2 uma vez que o abastecimento destes tanques de efetua de forma automática. É também nesta Fase que se adicionam ou removem barras de moldes nas estufas ET2 e ET3, conforme especificação do planeamento.

A paragem da máquina durante 15 minutos irá assegurar as normas de segurança do equipamento de forma a que os operadores possam intervir sem riscos. A coordenação e o trabalho em equipa são fundamentais para o cumprimento destas tarefas nos tempos previstos. A Fase 3 termina com o reinício da produção.

#### Fase 4 – Operações externas, mudança de barras e enchimento dos tanques TQ1, TQ2, TQ4, TQ7.1 e TQ7.2

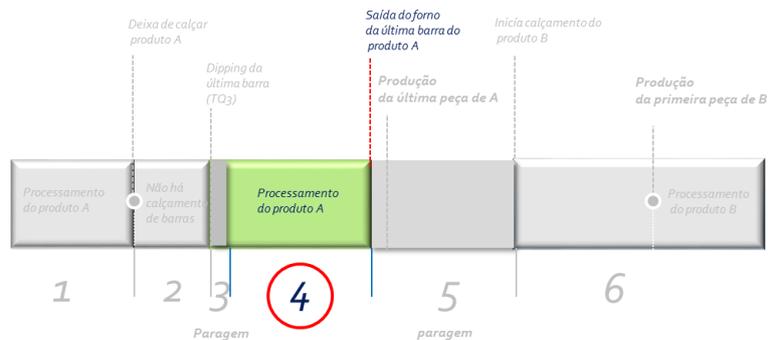


Figura 87: Fase 4 – Operações externas, mudança de barras e enchimento dos tanques TQ1, TQ2, TQ4, TQ7.1 e TQ7.2.

As tarefas efetuadas na Fase 3, forçam a existência de tarefas externas que serão executadas durante a Fase 4 (figura 87). Esta Fase tem início após o reinício da produção na Fase 3 e prolonga-se até ao final da produção do artigo em fabrico, ou seja, até que a última barra calçada saia do forno FN3. Este período de tempo é variável de acordo com tempo de ciclo do artigo. A sua variação, em média, pode situar-se entre os 170 e os 205 minutos (desde que entra na ET4 até à saída do forno FN3).

Durante a Fase 4 continua-se a otimizar o ciclo de produção da máquina para continuar a mudar as barras necessárias à sua configuração. Para além desta tarefa, outras ocorrem em simultâneo no exterior e no que se refere à lavagem do tanque TQ3 e dos utensílios necessários que foram utilizados nas trasfegas efetuadas. É também nesta Fase que se podem efetuar as ligações das mangueiras aos contentores, a montagem do motor do TQ3, e os abastecimentos dos tanques, os quais poderão ser executados de forma automática nomeadamente: os abastecimentos dos TQ7.2, TQ7.1, TQ4, TQ2 e TQ1.

Por último, efetua-se a parametrização das temperaturas dos fornos e das estufas de acordo com a temperatura especificada no arranque da máquina. A calibração das sondas de pH e viscosidade são feitas em simultâneo.

A Fase 4 termina no momento em que a última barra é descalçada, ou em antecipação na última barra calçada à saída do forno. Caso se opte por esta última solução, a antecipação pode representar um ganho de tempo de aproximadamente 30 minutos. A partir desse ponto a máquina é desligada para que se possa intervir em segurança nos órgãos interiores e concluir as tarefas de mudança em falta.

## Fase 5 – Enchimento do TQ3, limpezas, parametrizações e controlos

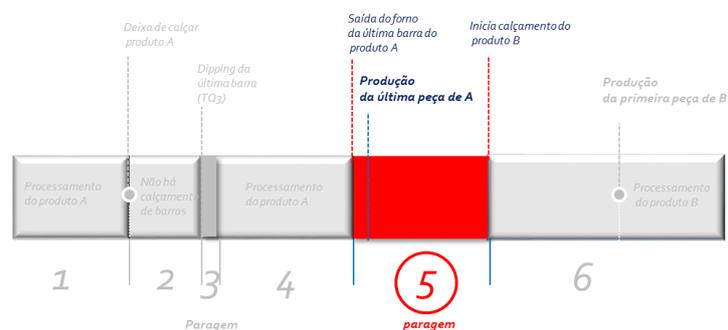


Figura 88: Fase 5 – Enchimento do TQ3, limpezas, parametrizações e controlos.

A Fase 5 (figura 88), pressupõe uma paragem de 45 minutos para efetuar operações que somente são possíveis realizar com a máquina parada (operações internas). Esta fase inicia-se logo após a

última barra do artigo em produção sair do forno FN3. Procede-se ao desligamento da máquina e iniciam-se tarefas de limpeza, nomeadamente dos motores dos ML's, sensores e *stoppers* - tarefas sem valor acrescentado, mas necessárias ao bom funcionamento do equipamento. As tarefas necessárias de limpeza que foram definidas conjuntamente com o departamento de manutenção e que se focam nos pontos críticos do equipamento.

Após estarem assegurados os planos de limpeza definidos, segue-se a colocação do tanque de composto TQ3 na máquina e procedem-se às ligações necessárias de mangueiras para que se possa efetuar o abastecimento. Seguem-se as fases de parametrização, controlo e verificação dos compostos.

A máquina estará pronta para iniciar a nova produção quando os parâmetros definidos se encontrarem dentro dos limites das especificações e de acordo com a ficha técnica do produto.

### Fase 6 – Início do calçamento dos *liners*, inspeções e controlo

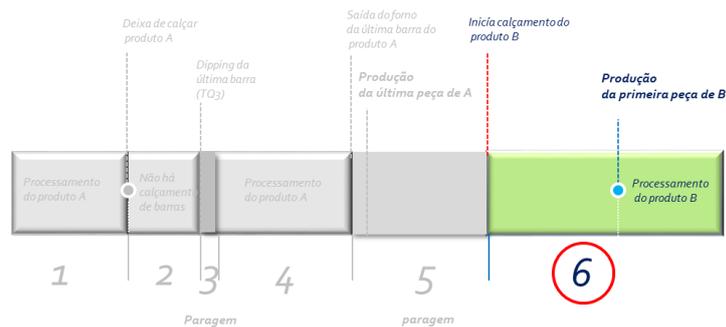


Figura 89: Fase 6 – Início do calçamento dos *liners*, inspeções e controlo.

A Fase 6 (figura 89) corresponde ao início da produção do novo artigo na máquina. Após garantia de todos os parâmetros de especificações de temperaturas, pH e viscosidade dos compostos, inicia-se o calçamento das barras com *liners reject* de forma a avaliar a penetração dos compostos nos *liners* e a sua aparência. Após validação do produto é iniciado o calçamento das barras de moldes com *liners* em conformidade, efetuando-se o controlo do produto de acordo com as normas de qualidade definidas para o artigo.

A Fase 6 termina depois da obtenção da primeira luva “boa”, ou seja, após um ciclo completo de produção da máquina, aproximadamente 292 minutos (4:52:00 horas) após o início da produção.

# fase 1

## Preparação de materiais

🕒 2:05 horas antes de parar de calçar

🕒 125'

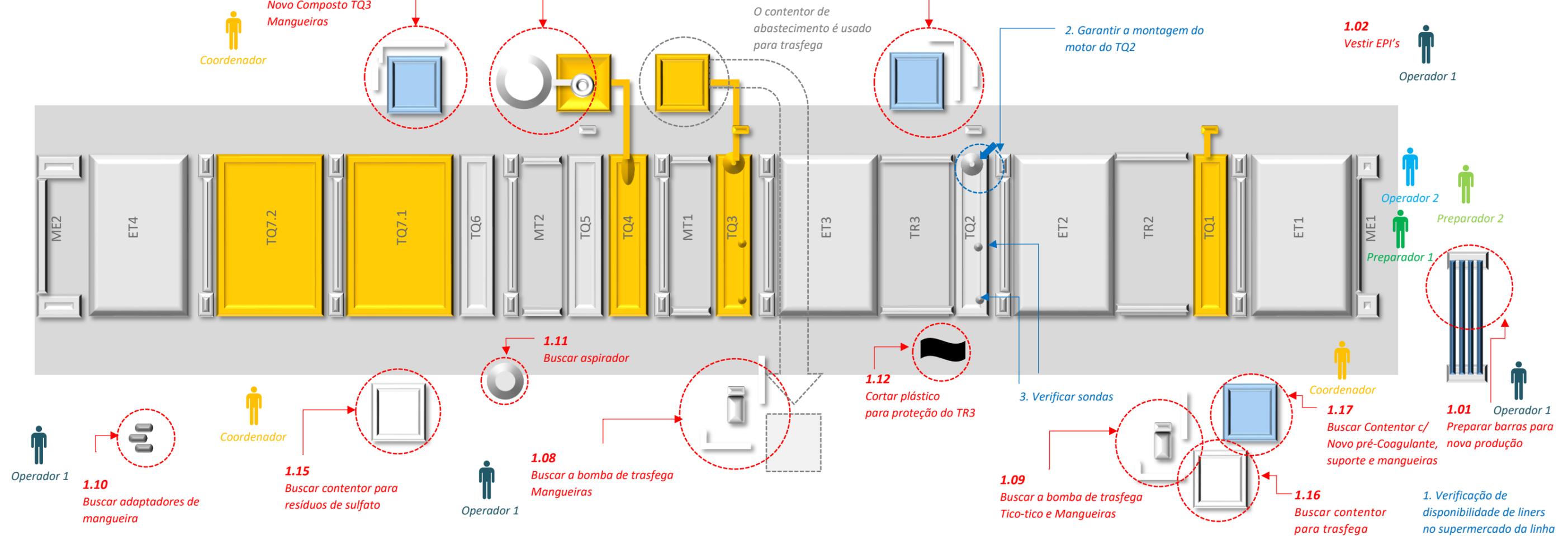


### Documentos

- 1a. Planeamento da produção (MO-PRO-231Vxx)
- 1b. Check-list changeover LP7

#### Garantir abastecimento de sulfato para nova produção

- 1.03 Retirar o depósito de sulfato com o garibaldi
- 1.04 Remover o sulfato do depósito
- 1.05 Levar o sulfato para crivar
- 1.06 Crivar o sulfato e abastecer depósito
- 1.07 Colocar o depósito de sulfato c/ garibaldi



- 6 Baldes
- 1 Pá metálica
- 2 Pás plásticas
- 4 Vassouras
- 1 Rodo
- 1 funil metálico
- 1 Rolo de papel de limpeza
- Panos de limpeza
- Esfregões palha de aço
- Plástico de proteção
- 2 rolos de fita adesiva
- 1 Bomba de trasfega de composto
- 3 Adaptadores para mangueiras

- 1 Bomba de trasfega de ácido
- 2 Mangueiras de trasfega
- 1 pistola de ar comprimido
- 1 mangueira de ar comprimido
- 1 Aspirador
- 1 Carro de transporte de carga
- 1 Empilhador
- 2 Contentores de resíduos
- 1 lavadora de pressão de água
- Alcool (limpeza de sensores)
- 3 Suportes de contentores
- Barras de moldes

- 1 Chave de gancho
- 1 Chave de bocas roquete n.º 17
- 1 Chave Allen Tipo "T" n.º 4
- 1 Chave Allen n.º 4
- 1 Chave Allen n.º 5
- 1 Chave de roquete n.º 10 c/ extensor
- 1 Chave de bocas n.º 24
- 1 Chave de bocas n.º 12-13
- 1 Tesoura

- Fato de proteção química
- Botins ou sapatos de proteção
- Luvas de proteção química (verdes e pretas)
- Luvas de proteção mecânica (P3000)
- Máscara de filtros
- Máscara panorâmica com filtros ABKE1
- Óculos de proteção
- Boné de proteção
- Joelheiras

### Seqüência de Tarefas

Tarefa	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto
1.01 Preparar barras para nova produção.....	1	33,0'
1.02 Vestir EPI's .....	1	3,0'
1.03 – 1.07 Garantir o abastecimento de sulfato para nova produção .....	1	92,0'
1.08 Buscar bomba de trasfega e mangueiras .....	1	2,0'
1.09 Buscar bomba de trasfega tico-tico e mangueiras .....	1	1,0'
1.10 Buscar adaptadores para as mangueiras .....	1	1,0'
1.11 Buscar aspirador.....	1	2,0'
1.12 Cortar plástico para proteção do TR3.....	1	10,0'
1.13 Buscar contentor c/ novo composto TQ2, suporte e mangueiras .....	1	3,0'
1.14 Buscar contentor c/ novo composto TQ3 e mangueiras.....	1	5,0'
1.15 Buscar contentor para resíduos de sulfato.....	1	3,0'
1.16 Buscar contentor para trasfega do pré-coagulante TQ1 .....	1	3,0'
1.17 Buscar Contentor com novo pré-coagulante, suporte e mangueira.....	1	3,0'

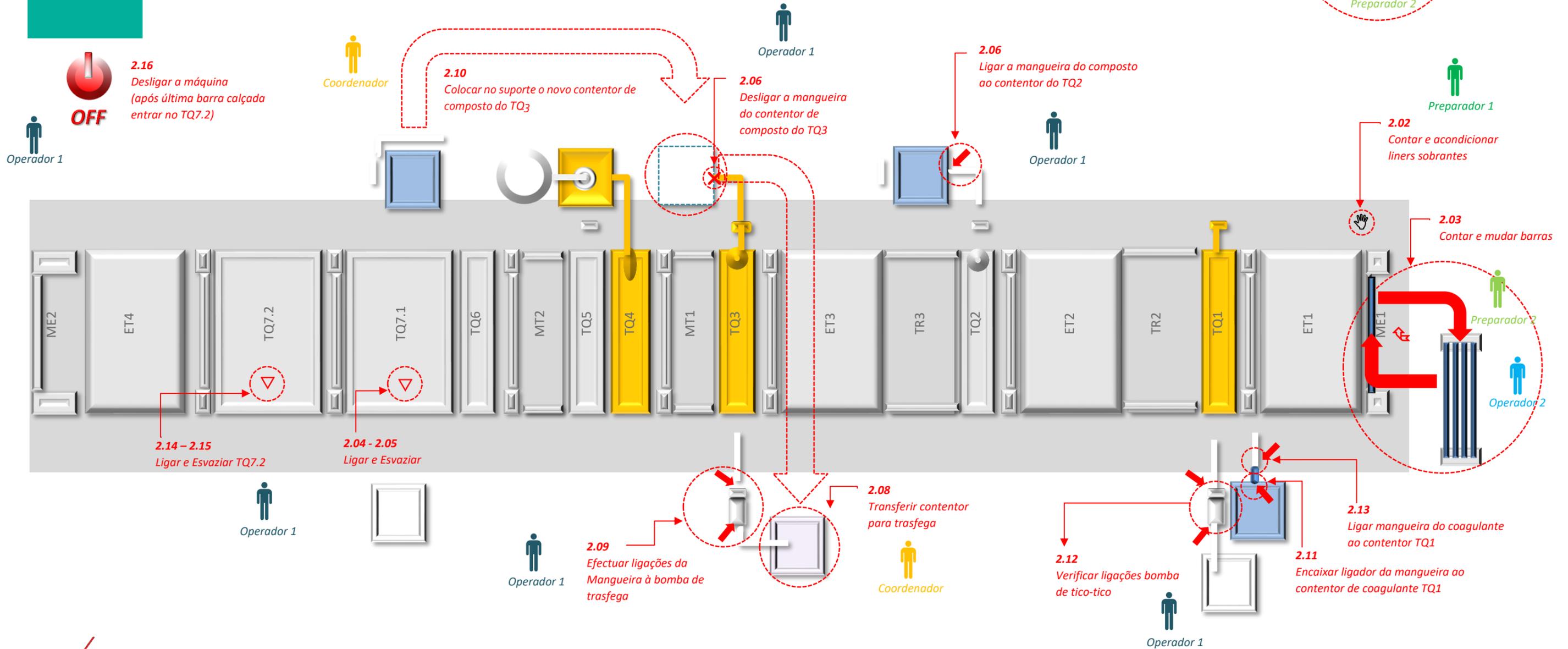
Figura 90: Fase 1 – Guia Visual.

# fase 2

## Mudança de barras

⌚ Após parar de calçar

🕒 45'



Barras de moldes



1 Chave de gancho



Fato de proteção química  
Botins ou sapatos de proteção  
Luvas de proteção mecânica (P3000)  
Óculos de proteção

### Seqüência de Tarefas

Tarefa	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto
2.01 Vestir EPI's	2	3,0'
2.02 Contar e acondicionar liners sobrantes	2	15,0'
2.03 Contar e mudar barras	2	35,0'
2.04 - 2.05 Esvaziar TQ7.1	1	(21') 0,1'
2.06 Ligar mangueira do composto ao contentor TQ2	1	0,5'

Tarefa	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto
2.07 Desligar a mangueira do contentor de composto do TQ3	1	0,5'
2.08 Levar contentor de composto do TQ3 para efetuar trasfega	1	3,0'
2.09 Ligar mangueiras à bomba de trasfega do composto do TQ3	1	1,0'
2.10 Colocar no suporte o novo contentor de composto do TQ3	1	3,0'
2.11 Encaixar ligador da mangueira ao contentor pré-coagulante TQ1	1	2,0'
2.12 Ligar/verificar ligação das mangueiras à bomba "tico-tico"	1	0,5'
2.13 Ligar mangueira do pré-coagulante ao contentor TQ1	1	0,9'
2.14 - 2.15 Ligar e Esvaziar o TQ 7.2	1	(24') 0,1'
2.16 Desligar a Máquina (exceto fornos e estufas)	1	0,2'

Figura 91: Fase 2 - Guia Visual

# fase 3

## Esvaziar Tanques

⌚ Após última barra calçada entrar no TQ7.2

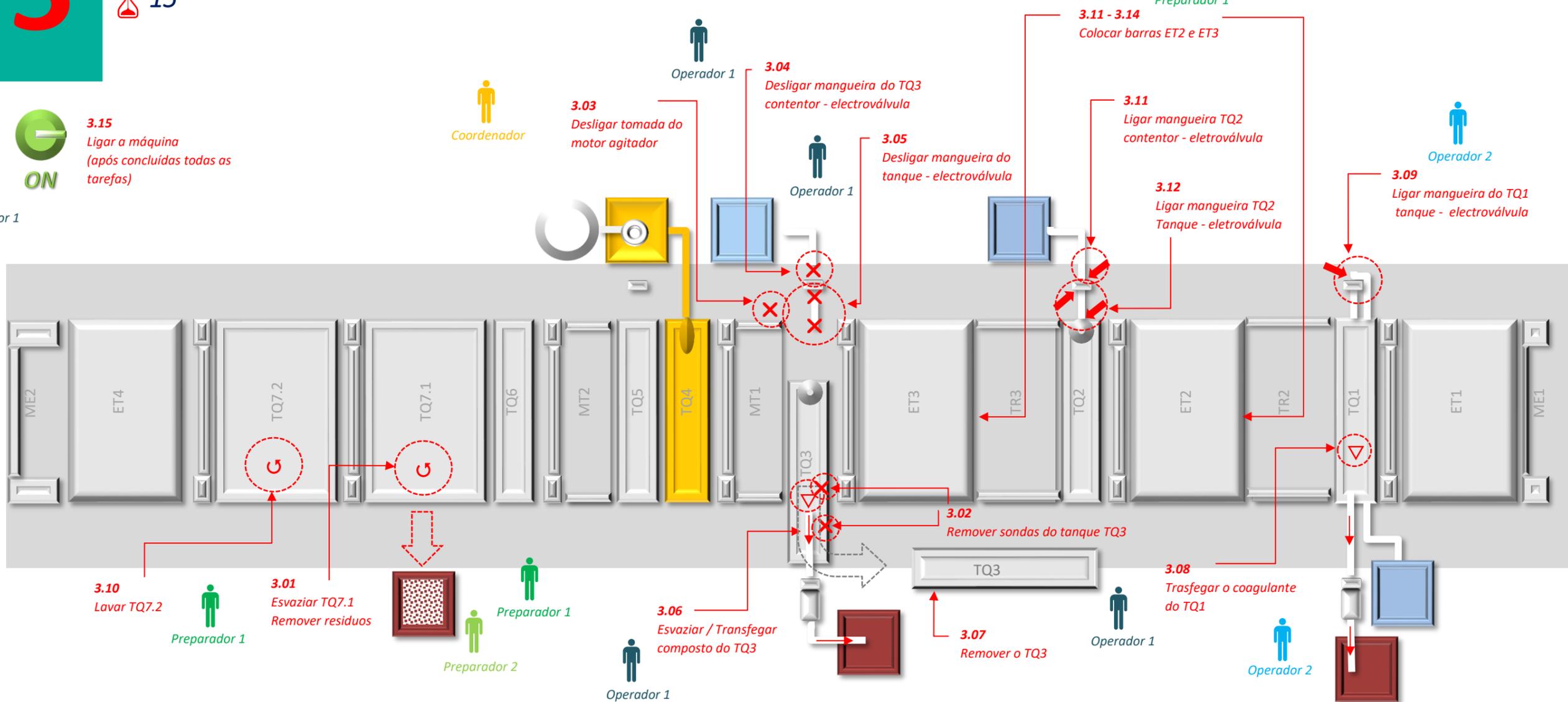
🕒 15'

⚠️ **Intervenção após paragem da máquina**

**3.15** Ligar a máquina (após concluídas todas as tarefas)

**ON**

Operador 1



### Sequência de Tarefas

Tarefa	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto
3.01 Remover os resíduos e lavar o tanque TQ7.1	Preparador 1	10,2'
3.02 Remover as sondas do TQ3	Operador 1	0,7'
3.03 Desligar a tomada o motor agitador do TQ3	Operador 1	0,2'
3.04 Desligar a mangueira do TQ3: contentor - electroválvula	Operador 1	0,5'
3.05 Desligar a mangueira do TQ3: Tanque - electroválvula	Operador 1	0,7'
3.06 Trásfegar o composto do TQ3	Operador 1	10,3'
3.07 Remover o TQ3	Operador 1	0,5'
3.08 Trásfegar o pré-coagulante do TQ1	Operador 2	6,3'
3.09 Ligar a mangueira do TQ1: contentor - electroválvula	Operador 2	0,7'
3.10 Lavar TQ7.2	Preparador 1	4,3'
3.11 Ligar mangueira do TQ2: Contentor - electroválvula	Preparador 1	0,9'
3.12 Ligar a mangueira do TQ2: Tanque- electroválvula	Preparador 1	0,9'
3.13 - 3.14 Substituir barras na ET2 e ET3	Preparador 1, Preparador 2	4,5'
3.15 Ligar máquina	Operador 1	0,1'

- 6 Baldes
- 1 Pá metálica
- 4 Vassouras
- 1 Rodo
- 1 funil metálico
- 1 Rolo de papel de limpeza
- Plástico de proteção
- 1 Bomba de trasfega de composto
- 1 Bomba de trasfega de ácido
- 2 Mangueiras de trasfega

- 1 Carro de transporte de carga
- 2 Contentores de resíduos
- Barras de moldes
- Barras de moldes

- 1 Chave de gancho
- 1 Chave Allen n.º 4
- 1 Chave Allen n.º 5

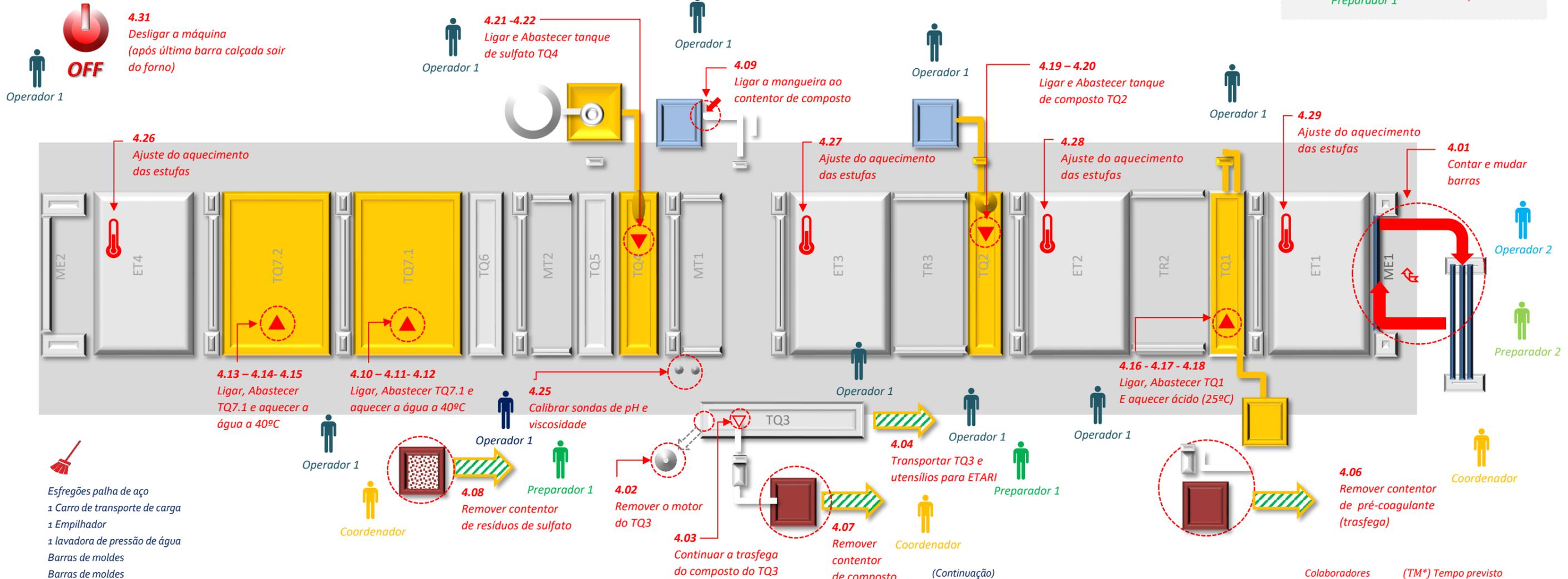
- Fato de proteção química
- Botins ou sapatos de proteção
- Luvas de proteção química (verdes e pretas)
- Luvas de proteção mecânica (P3000)
- Máscara de filtros
- Máscara panorâmica com filtros ABKE1
- Óculos de proteção

# fase 4

⌚ Após conclusão das tarefas da fase 3

## Operações Externas, mudança de barras e enchimento de tanques TQ1, TQ2, TQ4, TQ7.1 e TQ7.2

🕒 170'-205'



- 🧹 Esfregões palha de aço
- 🚚 1 Carro de transporte de carga
- 👷 1 Empilhador
- 🚰 1 lavadora de pressão de água
- 📏 Barras de moldes
- 📏 Barras de moldes

- 🔑 1 Chave de gancho
- 🔑 1 Chave de bocas roquete n.º 17
- 🔑 1 Chave Allen Tipo "T" n.º 4
- 🔑 1 Chave de roquete n.º 10 c/ extensor

- 🛡️ Fato de proteção química
- 👢 Botins ou sapatos de proteção
- 🧤 Luvas de proteção química (verdes e pretas)
- 🧤 Luvas de proteção mecânica (P3000)
- 🕶️ Óculos de proteção

### Sequência de Tarefas

Tarefa	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto
4.01 Contar e mudar Barras	2	144,7'
4.02 Remover o motor do TQ3	2	2,2'
4.03 Continuar trasfega e escorrer fundo do TQ3	2	4,0'
4.04 Transportar TQ3 e utensílios para ETARI	2	2,0'
4.05 Lavar TQ3 (inclui desmontagem do TQ) e utensílios na ETARI	2	38,8'
4.07 Remover contentor de composto (trasfega)	2	2,0'

(Continuação)

Tarefa	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto
4.08 Remover contentor de resíduos de sulfato	2	3,0'
4.09 Ligar a mangueira ao contentor de composto	2	0,8'
4.10 - 4.12 Ligar, abastecer o TQ7.1 e aquecim. da água do TQ7.1	2	(26'+157') ... 0,1'
4.13 - 4.15 Ligar, abastecer o TQ7.2 e aquecim. da água do TQ7.2	2	(21'+109') ... 0,1'
4.16 - 4.18 Ligar, abastecer o TQ1 e aquecer o ácido do TQ1 (25°C)	2	(32'+30') ... 0,1'
4.19 - 4.20 Ligar, abastecer o tanque de composto TQ2	2	(21') ... 0,1'
4.21 - 4.22 Ligar, abastecer o tanque de sulfato TQ4	2	(12') ... 0,1'
4.23 Buscar TQ3 e utensílios à ETARI	2	2,0'
4.24 Montar motor no TQ3	2	3,0'
4.25 Calibrar as sondas de pH e viscosidade	2	5,0'
4.26 - 4.29 Ajuste do aquecimento das estufas	2	(160') ... 0,2'
4.30 Ajuste do aquecimento dos fornos	2	(64') ... 0,1'
4.31 Desligar a máquina após última barra calçada sair dos fornos	2	0,2'

Figura 93: Fase 4 – Guia Visual

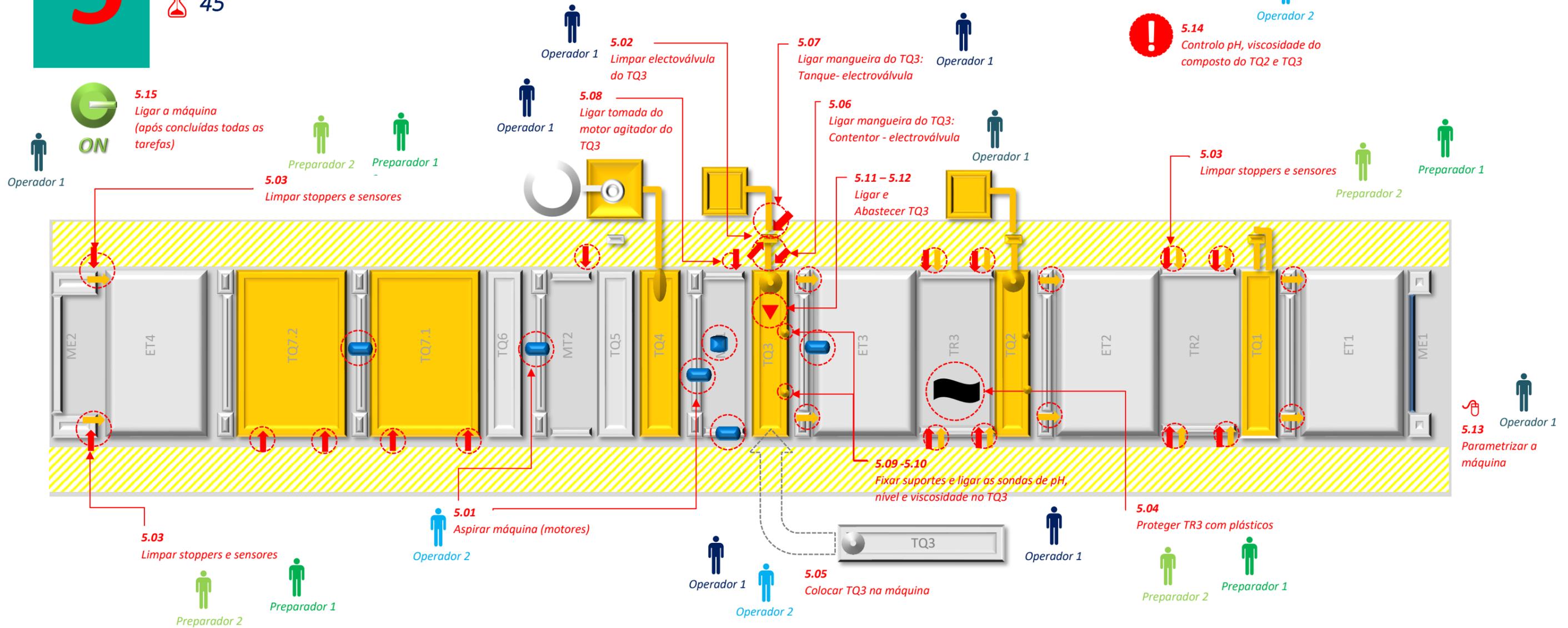
# fase 5

⌚ Após saída da última barra calçada do forno  
**Enchimento de tanque TQ3, limpezas, parametrizações e controlos**

🕒 45'

📄 **Documentos**  
 5a. Check-list de limpeza  
 5b. Especificações de produção

⚠️ **Intervenção após paragem da máquina**



- 6 Baldes
- 2 Pás plásticas
- 4 Vassouras
- 1 Rolo de papel de limpeza
- Panos de limpeza
- Plástico de proteção
- 2 rolos de fita adesiva
- 1 pistola de ar comprimido
- 1 mangueira de ar comprimido
- 1 Aspirador
- Alcool (limpeza de sensores)
- Barras de moldes

- 1 Chave de gancho
- 1 Chave Allen n.º 4
- 1 Chave Allen n.º 5
- 1 Chave de bocas n.º 24
- 1 Chave de bocas n.º 12-13
- 1 Tesoura

- Fato de proteção química
- Botins ou sapatos de proteção
- Luvas de proteção mecânica (P3000)
- Máscara de filtros
- Óculos de proteção
- Boné de proteção
- Joelheiras

- Motores
- Sensores
- Stoppers

## Sequência de Tarefas

Tarefa	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto
5.01 Aspirar máquina (motores)	1 Operador 2	39,1'
5.02 Limpar electroválvula do TQ3	1 Operador 1	8,3'
5.03 Limpar Stoppers e Sensores	2 Preparador 1, 2 Preparador 2	26,5'
5.04 Proteger TR3 com plásticos	2 Preparador 1, 2 Preparador 2	10,3'
5.05 Colocar TQ3 na máquina	1 Operador 1, 1 Operador 2	0,3'
5.06 Ligar a mangueira do TQ3: Contentor - electroválvula	1 Operador 1	0,9'
5.07 Ligar a mangueira do TQ3: Tanque - electroválvula	1 Operador 1	1,7'
5.08 Ligar da tomada o motor agitador do TQ3	1 Operador 1	0,1'
5.09 - 5.10 Fixar e ligar as sondas pH, nível e viscosidade	1 Operador 1	3,7'
5.11 - 5.12 Ligar e abastecer o TQ3	1 Operador 1	(25') 0,1'
5.13 Parametrizar a máquina	1 Operador 1	2,1'
5.14 Controlo pH e viscosidade do composto do TQ2 e TQ3	1 Operador 2	7,2'
5.15 Ligar a máquina	1 Operador 1	0,1'

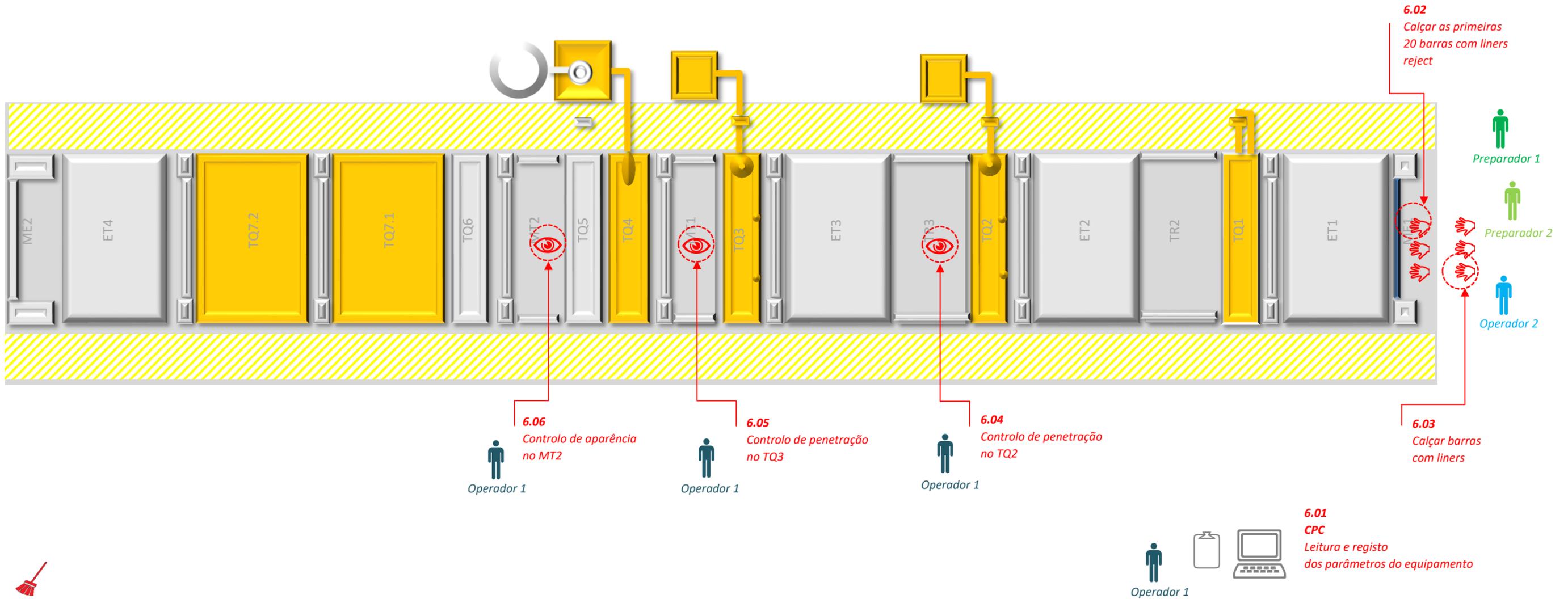
fase  
**6**

🕒 Início do calçamento dos liners

Inspeção e controlo

🕒 292'

📁 Documentos  
6a. Registo de produção



6 Baldes  
2 Pás plásticas  
4 Vassouras



Luvas de proteção mecânica (P3000)

**Sequência de Tarefas**

	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto
6.01 Leitura e registo dos parâmetros do equipamento	1	3,0'
6.02 Calçar as primeiras 20 barras com liners reject	2	11,0'
6.03 Calçar barras com liners (até obter 1.º liner "bom")	2	278,0'
6.04 Controlo de penetração no TQ2 (1.ª barra c/liners "ok")	1	0,9'
6.05 Controlo de penetração no TQ3 (1.ª barra c/liners "ok")	1	0,4'
6.06 Controlo aparência no MT2 (1.ª barra c/liners "ok")	1	1,3'

## 6. IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES DE CONTROLO

Este Capítulo descreve a implementação de ações de controlo de forma a garantir que as soluções encontradas são mantidas e asseguram sustentabilidade futura do modelo.

### 6.1 Ações de controlo

Esta fase tem por objetivo assegurar que as soluções implementadas no processo são mantidas e sustentadas no futuro. Assim, pretende-se dar resposta às seguintes questões durante o fluxo da metodologia:

- a) Como é que o processo vai ser medido depois do projeto?
- b) Como é que as melhorias se tornam uma rotina na organização?

Os princípios da metodologia SMED baseados na classificação das atividades em operações internas e externas e na conversão das operações internas em externas originaram só por si um ganho significativo na redução do tempo de *setup* do equipamento. As potenciais soluções encontradas deram ênfase à implementação de operações paralelas e não sequênciadas. O impacto imediato e a extrema valorização destas ações não justifica a realização de alterações no equipamento a curto prazo pois o investimento não justificaria os ganhos. No entanto, e numa perspetiva futura, estas alterações serão equacionadas para colmatar os pontos mais críticos do equipamento e que continuam a ter impacto significativo nas quebras de produção, nos métodos de trabalho e nas limpezas de componentes que continuam presentes nos *setups* do equipamento.

Assim, a implementação das ações de melhoria envolvendo o trabalho realizado em paralelo foi a estratégia mais adequada para a redução do tempo de *setup* do equipamento e da otimização das tarefas requeridas para a mudança de artigo na LP7, sem qualquer custo associado à operação. A estratégia, baseou-se única e simplesmente na organização dos meios e recursos e daqui resultaram um conjunto de documentos importantes que visam sustentar a metodologia, evitar desvios aos resultados e melhorar continuamente o processo.

Manter de forma sustentada a metodologia do projeto e sustentar os resultados obtidos no dia a dia, para além de ser um objetivo é um dos maiores desafios na organização.

## 6.2 Gestão Visual – Yamazumi charts

Ao nível da operação há que encontrar formas simples e criativas que possam facilmente ser entendidas por todos os intervenientes no processo. A gestão visual facilita a compreensão da informação e tem como propósito possibilitar a ligação entre as pessoas.

Através desta ferramenta, pretende-se:

1. Oferecer informações acessíveis e capazes de facilitar o trabalho diário;
2. Aumentar o conhecimento de informações para todos os colaboradores;
3. Reforçar a autonomia enriquecendo relacionamentos;
4. Partilhar informação fomentando o espírito de equipa;
5. Tornar os problemas e os desvios visíveis proporcionando a tomada de ações de melhoria imediatas;
6. Exibir o *status* das operações ou o seu progresso de forma fácil;
7. Fornecer instruções claras e objetivas;
8. Ajudar a formular e a divulgar planos e,
9. Fomentar a melhoria contínua na organização.

Os guias visuais foram desenvolvidos com base em gráficos *yamazumi* que em japonês quer dizer “empilhar”. Através deste método é possível analisar um processo e descrever ações. A adaptação dos gráficos *yamazumi* às tarefas são um meio simples e objetivo de apresentar as tarefas, as rotinas e, simultaneamente, definir “quem faz o quê” e “quando”.

Com base nesta metodologia, desenvolveram-se *yamazumi charts* de tarefas para as 6 Fases definidas no projeto. Para cada uma das fases identificaram-se na base, os operadores intervenientes e as tarefas foram sendo empilhadas tendo em conta a sua duração e a sequência de execução. Os operadores são descritos como os colaboradores mais experientes e os preparadores, os menos experientes. Durante a execução do projeto definiram-se 2 equipas, cada uma constituída por um operador e um preparador. Pretende-se assim, partilhar conhecimento e experiência, balancear as tarefas e fomentar o trabalho das equipas.

A informação foi complementada por uma *timeline* que permite identificar a duração das tarefas e em que momento deverão ser efetuadas. Esta forma de apresentação do modelo simplifica a sua compreensão. Os *yamazumi* de tarefas estão representados nas páginas que se seguem (figuras 96 a 101).

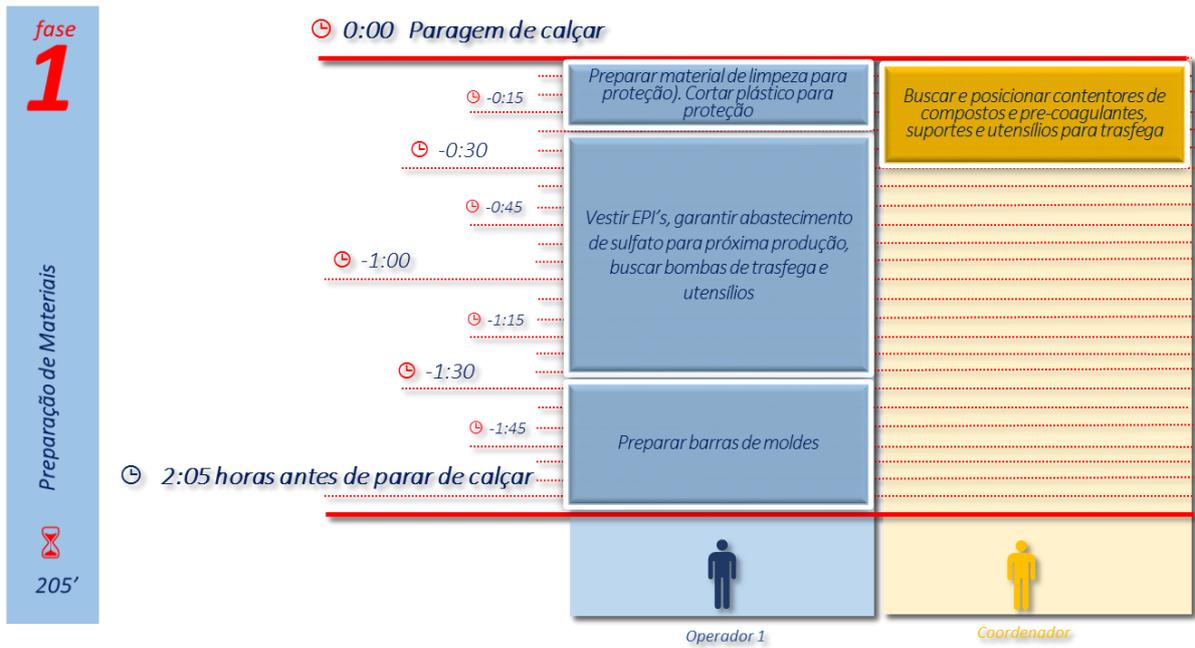


Figura 96: Yamazumi de tarefas da Fase 1.

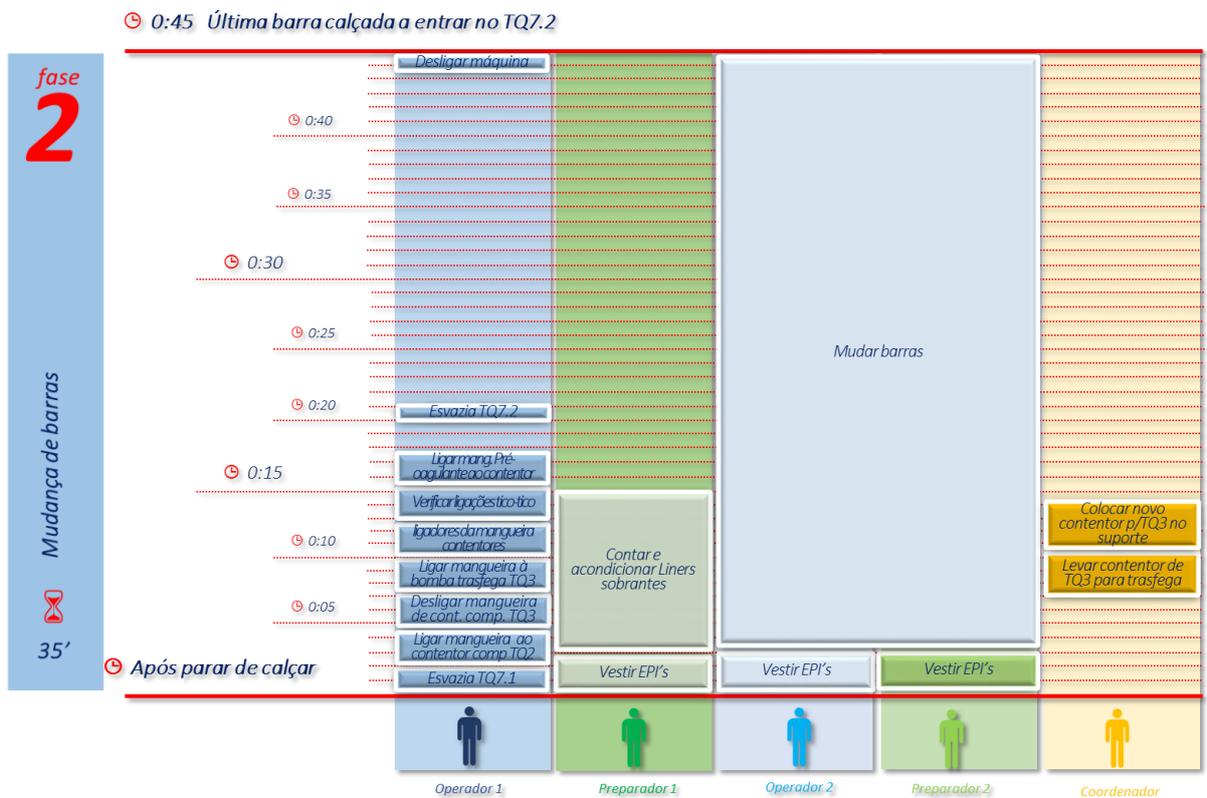


Figura 97: Yamazumi das tarefas da Fase 2.

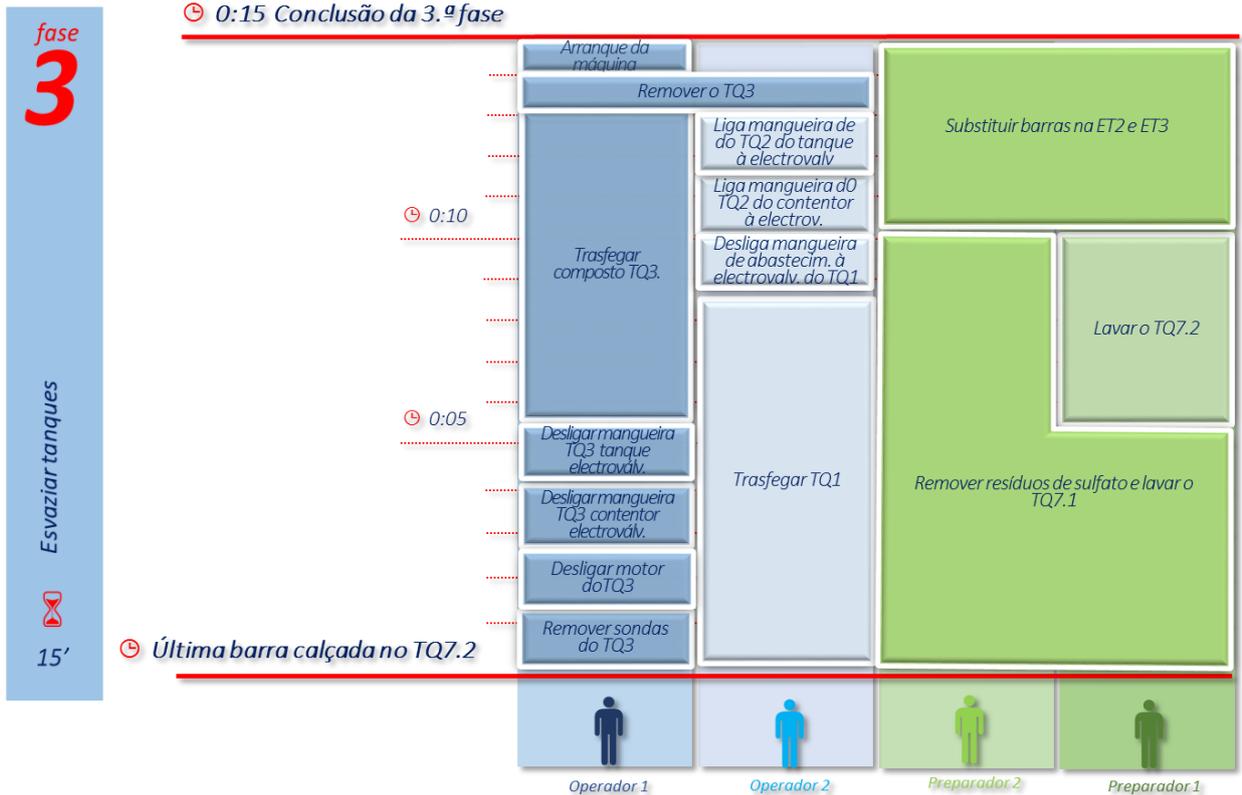


Figura 98: Yamazumi das tarefas da Fase 3.

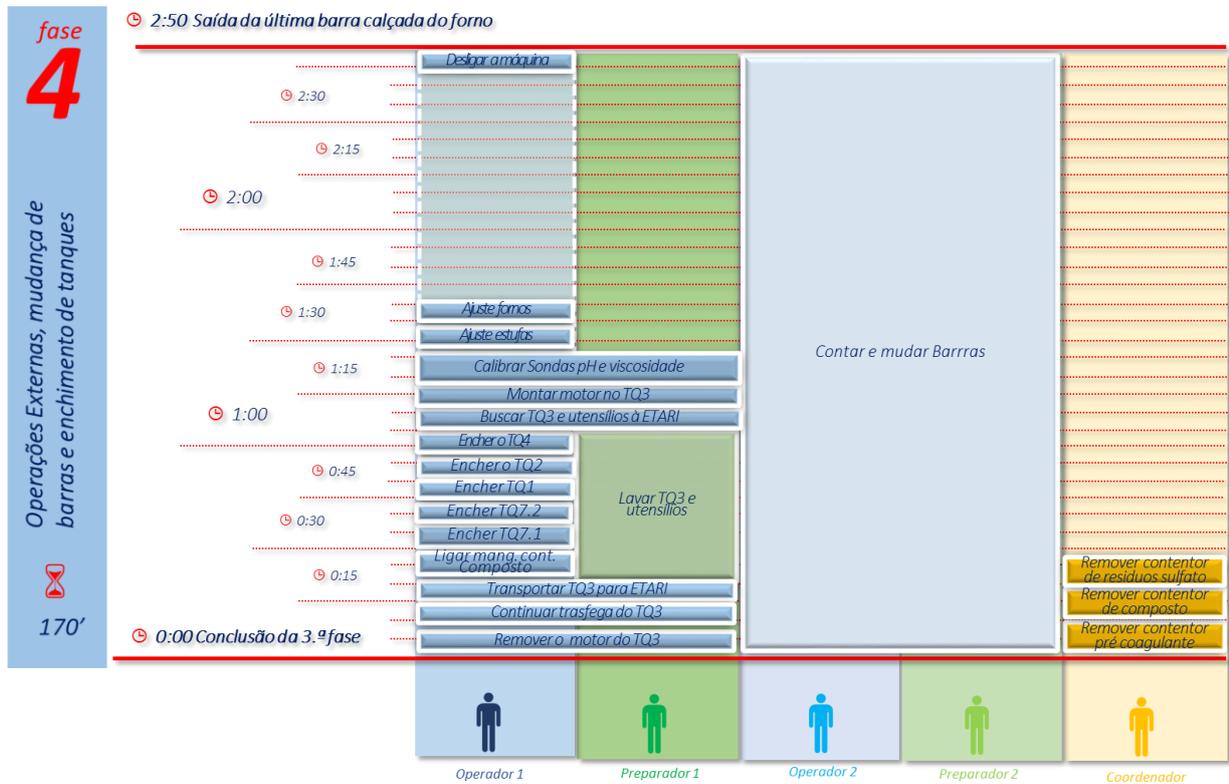


Figura 99: Yamazumi das tarefas da Fase 4.

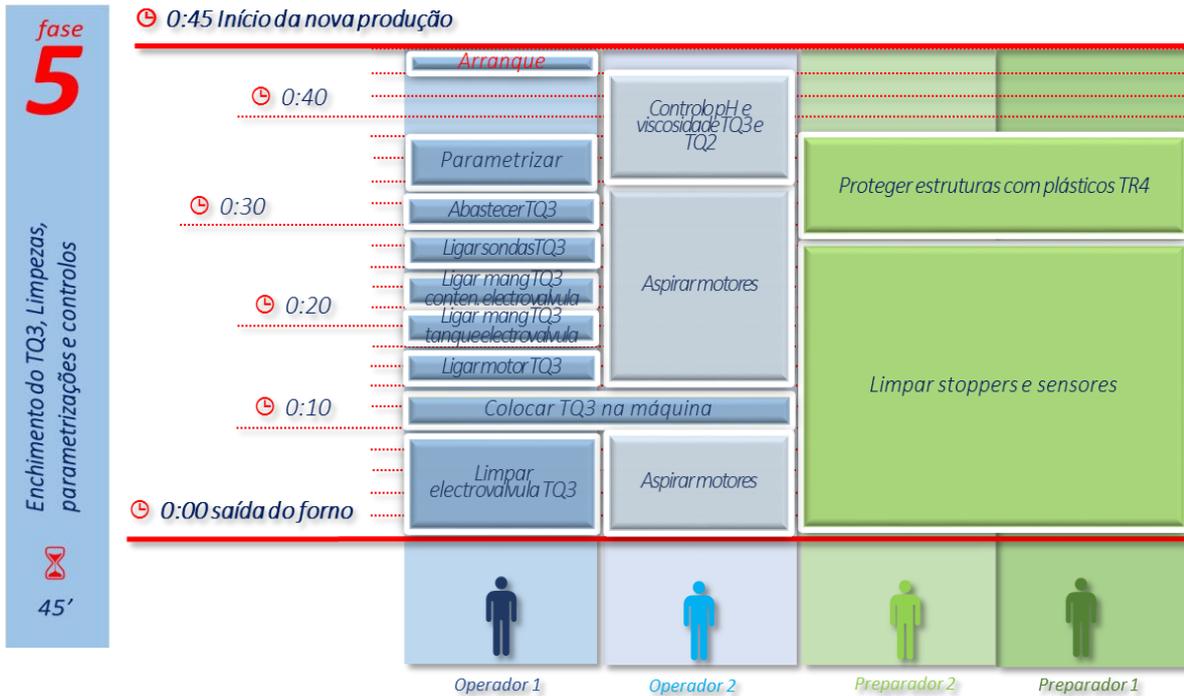


Figura 100: Yamazumi das tarefas da Fase 5.

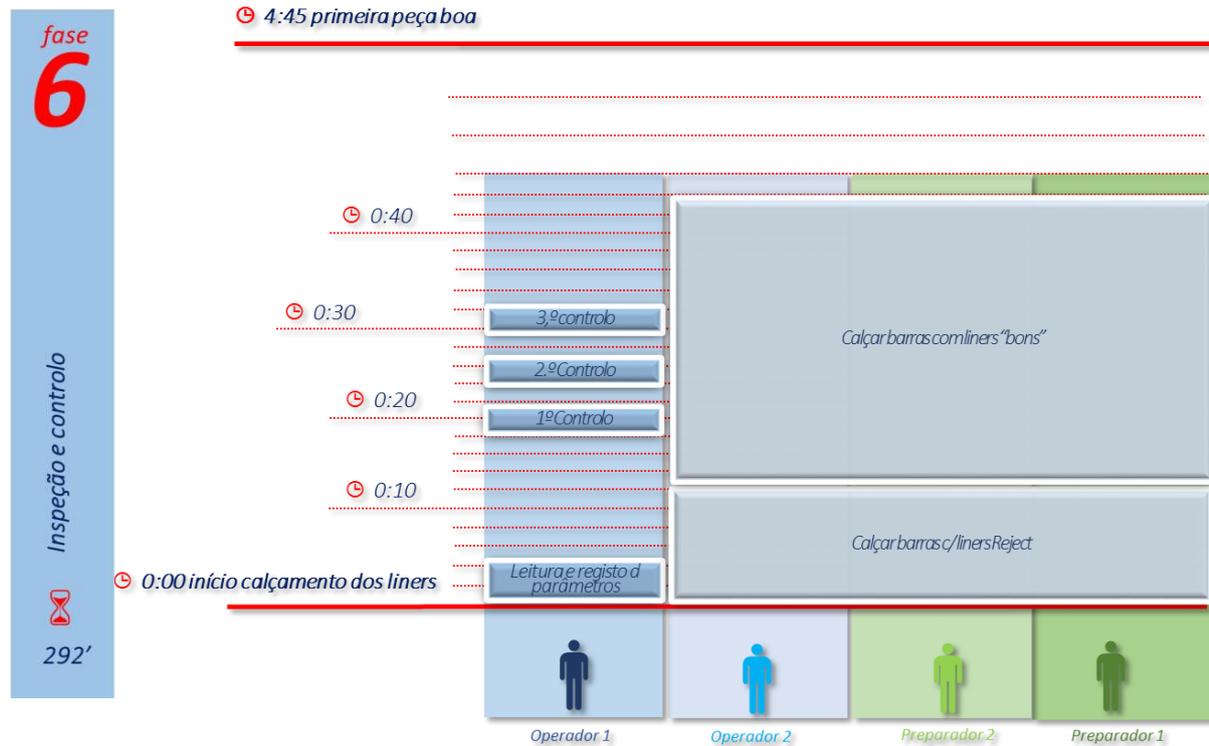


Figura 101: Yamazumi das tarefas da Fase 6.

### 6.3 Check-list de autocontrolo

Para além dos *Yamazumi* de tarefas, foram ainda propostas *check-lists* de controlo do processo conjuntamente com planos de tarefas organizados por Fases e com objetivos definidos.

As *check-lists* ou folhas de verificação são elementos de controlo que possuem um conjunto de itens que permitem certificar as condições do processo ou tarefa. O seu intuito é atestar que todas as tarefas são cumpridas de acordo com o previamente estabelecido. São elementos simples que fazem parte de um conjunto de boas práticas utilizadas em diversas áreas funcionais e que se apresentam como um meio eficaz de guia das tarefas, avaliação da necessidade de utensílios ou ferramentas e registo de informação detalhada da atividade produtiva de forma a que se possam monitorizar as operações e as mudanças de artigo na linha de produção LP7.

Em ambientes complexos, os operadores enfrentam dificuldades como a fiabilidade da memória e da atenção humana. As *check-lists* são um suporte importante diante da fiabilidade da nossa memória durante as tarefas operacionais, pelo que no caso em estudo recorreu-se a esta ferramenta para auxiliar as equipas na execução das tarefas complexas que enfrentam e na forma coordenada como se pretende com a sua execução.

As *check-lists* foram elaboradas para cada uma das Fases definidas. Foi definida a responsabilidade do seu preenchimento e demonstrada a sua importância na utilização durante os treinos das tarefas. Os momentos em que as tarefas deverão ser realizadas e os tempos objetivos para cada tarefa também foram incluídas nos itens.

Pretende-se que a sua aplicabilidade e utilização seja conduzida de forma a fazer parte da rotina quotidiana de todos os colaboradores.

As *check-lists* de tarefas foram construídas de acordo com as 6 Fases definidas no estudo. Em cada *check-list* estão descritas as tarefas a realizar em cada Fase e a sua duração média, quer sejam tarefas manuais ou automáticas. Os documentos incluem também a informação dos colaboradores que participam nas tarefas, os documentos necessários e um guia completo de meios e utensílios, ferramentas e equipamentos de proteção individual (EPI's) a utilizar em cada uma das fases. Estes documentos são guias fundamentais para o desempenho e monitorização das atividades e nele poderão ser, ainda, incluídas sugestões e oportunidades de melhoria. As páginas que se seguem apresentam as *check-lists* para as 6 Fases definidas no projeto (figura 102 a 106).

**Objetivos**  
 Setup - **1:01 horas**  
 Changeover - **5:53 h**  
 Parar de calçar até 1.ª peça - **9:33 h**

**Quem faz?**  
 2 operadores  
 2 Preparadores  
 1 coordenador

Mudança de artigo .....  
 Ordem ..... data .....

Início Fase 1 ..... (hh:mm)  
 Início Fase 2 ..... (hh:mm)  
 Início Fase 3 ..... (hh:mm)  
 Início Fase 4 ..... (hh:mm)  
 Início Fase 5 ..... (hh:mm)  
 Início Fase 6 ..... (hh:mm)  
 1.ª Peça boa ..... (hh:mm)

### fase

# 1

2:05 horas antes de parar de calçar a última barra



125'

#### Documentos

1a. Planeamento da Produção (MO-PRO-231Vxx) .....  n/aplicável  sim  
 1b. Check-list changeover LP7 .....

#### Tarefas – preparação de materiais e utensílios

	Colaboradores	n/aplicável	sim
1.01 Preparar barras para nova produção ..... (33').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.02 Vestir EPI's ..... (3').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.03-1.07 Garantir abastecimento de sulfato para nova produção ..... (92').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.08 Buscar bomba de trasfega e mangueiras..... (2').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.09 Buscar bomba de trasfega “tico-tico” e mangueiras..... (1').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.10 Buscar adaptadores para mangueiras ..... (1').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.11 Buscar aspirador ..... (2').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.12 Cortar plástico para proteção do TR3 ..... (10').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.13 Buscar contentor com novo composto TQ2, suporte e mangueiras..... (3').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.14 Buscar contentor com novo composto TQ3 e mangueiras..... (5').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.15 Buscar contentor para resíduos de sulfato..... (3').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.16 Buscar contentor para trasfega do pre-coagulante ..... (3').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.17 Buscar contentor com novo pré-coagulante, sup. e mangueiras ..... (3').....		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### fase

# 2

Após parar de calçar a última barra



45'

#### Tarefas – mudança de barras após calçar

	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto	n/aplicável	sim
2.01 Vestir EPI's ..... 3,0' .....		3,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.02 Contar Liners sobrantes ..... 15,0' .....		15,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.03 Contar e mudar barras..... 35,0' .....		35,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.04 – 2.05 Esvaziar TQ7.1..... (21')... 1,0' .....		1,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.06 Ligar mangueiras do composto ao contentor TQ2..... 0,5' .....		0,5'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.07 Desligar a mangueira de composto do TQ3 ..... 0,5' .....		0,5'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.08 Levar contentor de composto TQ3 para trasfega ..... 3,0' .....		3,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.09 Ligar mangueiras à bomba de trasfega do composto TQ3..... 1,0' .....		1,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.10 Colocar no suporte novo contentor de composto do TQ3 .. 3,0' .....		3,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.11 Encaixar ligador da mangueira ao contentor TQ1 ..... 2,0' .....		2,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.12 Ligar/verificar ligação das mangueiras ao “tico-tico” ..... 0,5' .....		0,5'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.13 Ligar mangueira do pré-coagulante ao contentor TQ1..... 0,9' .....		0,9'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.14 – 2.15 Ligar e esvaziar o TQ7.2 ..... (24')... 0,1' .....		0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.16 Desligar a máquina (excepto fornos e estufas) ..... 0,2' .....		0,2'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

fase 3		Tarefas – esvaziar tanques, remover TQ3 e substituir barras nas ET's	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto	n/aplicável	sim	
Após última barra passar TQ7.2		3.01 Remover os resíduos e lavar o TQ7.1 .....		10,2'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.02 Remover as sondas do TQ3 .....		0,7'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.03 Desligar a tomada do motor agitador do TQ3 .....		0,2'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.04 Desligar a mangueira do TQ3 contentor - electroválvula .....		0,5'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.05 Desligar a mangueira do TQ3 tanque - electroválvula .....		0,7'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.06 Trasfegar o composto do TQ3 .....		10,3'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.07 Remover o TQ3.....		0,5'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.08 Trasfegar o pré-coagulante do TQ1 .....		6,3'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.09 Ligar a mangueira do TQ1 contentor-electroválvula.....		0,7'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.10 Lavar o TQ7.2 .....		4,3'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.12 Ligar a mangueira do TQ2 tanque - electroválvula .....		0,9'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.13 – 3.14 Substituir barras na ET2 e ET3.....		4,5'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		3.15 Ligar a máquina .....		0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		15'					
		fase 4		Tarefas – mudança de barras e enchimento dos TQ1, TQ2, TQ4, TQ7.1 e TQ7.2	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto	n/aplicável
Após conclusão da fase 3		4.01 Contar e mudar barras .....		144,7'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.02 Remover o motor do TQ3 .....		2,2'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.03 Continuar trasfega do TQ3.....		4,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.04 Transportar TQ3 e utensílios para ETARI.....		2,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.05 Lavar TQ3.....		38,8'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.06 Remover contentor de pré-coagulante.....		2,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.07 Remover contentor de composto .....		2,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.08 Remover contentor de resíduos de sulfato .....		3,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.09 Ligar a mangueira ao contentor de composto .....		0,8'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.10 – 4.12 Ligar, abastecer o TQ7.1 e aquec. água .....		(26'+157')... 0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.13 – 4.15 Ligar, abastecer o TQ7.2 e aquec. Da água.....		(21'+109')... 0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.16 – 4.18 Ligar, abastecer o TQ1 e aquecimento ácido .....		(32'+30')... 0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.19 – 4.20 Ligar, abastecer o TQ2 .....		(21')... 0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.21 - 4.22 Ligar, abastecer o TQ4 .....		(12')... 0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.23 Buscar TQ3 e utensílios à ETARI .....		2,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.24 Montar motor no TQ3.....		3,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.25 Calibrar sondas de pH e viscosidade .....		5,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		4.26 – 4.29 Ajuste do aquecimento das estufas.....		(160')... 0,2'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.30 Ajuste do aquecimento dos fornos .....		(64')... 0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4.31 Desligar a máquina após última barra calçada sair forno..		0,2'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
170'							
205'							

Figura 103: Checks-lists de mudança de artigo Fases 3 e 4.

fase

# 5

Após última barra calçada  
sair do forno



45'

Documentos

- 5a. Check-list de limpeza .....  n/aplicável  sim
- 5b. Especificações de Produção .....

Tarefas – enchimento de TQ3, limpezas, parametrizações e controlos

	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto	n/aplicável	sim
5.01 Aspirar motores e ML's.....		39,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.02 Limpar electroválvula do TQ3.....		8,3'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.03 Limpar stoppers e sensores.....		26,5'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.04 Proteger TR3 com plásticos.....		(20') 10,3'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.05 Colocar TQ3 na máquina.....		0,3'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.06 Ligar a mangueira do TQ3 contentor - electroválvula.....		0,9'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.07 Ligar a mangueira do TQ3 Tanque - electroválvula.....		1,7'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.08 Ligar a tomada do motor agitador do TQ3.....		0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.09 – 5.10 Fixar e ligar as sondas dos TQ2 e TQ3.....		3,7'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.11 – 5.12 Ligar e abastecer o TQ3.....		(25') 0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.13 Parametrização da máquina.....		2,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.14 Controlo de pH e viscosidade dos compostos.....		7,2'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.15 Ligar a máquina.....		0,1'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

fase

# 6

Após início  
de calçar



292'

Documentos

- 6a. Registo de produção .....  n/aplicável  sim

Tarefas – início do calçamento dos liners, inspeção e controlo (292')

	Colaboradores	(TM*) Tempo previsto	n/aplicável	sim
6.01 Leitura e registo dos parâmetros do equipamento.....		3,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.02 Calçar as primeiras 20 barras com liners reject.....		11,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.03 Calçar barras com liners.....		278,0'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.04 Controlo de penetração no TQ2.....		0,9'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.05 Controlo de penetração no TQ3.....		0,4'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.06 Controlo de aparência no MT2.....		1,3'	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legenda:



### Oportunidades de melhoria:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Figura 104: Checks-lists de mudança de artigo Fases 5 e 6.



### Meios e Utensílios

fase

6 Baldes .....	1	2	3	4	5	6
1 Pá metálica .....	1	2	3	4	5	6
2 Pás plásticas .....	1	2	3	4	5	6
4 Vassouras .....	1	2	3	4	5	6
1 Rodo .....	1	2	3	4	5	6
1 funil metálico .....	1	2	3	4	5	6
1 Rolo de papel de limpeza .....	1	2	3	4	5	6
Panos de limpeza .....	1	2	3	4	5	6
Esfregões palha de aço .....	1	2	3	4	5	6
Plástico de proteção .....	1	2	3	4	5	6
2 rolos de fita adesiva .....	1	2	3	4	5	6
1 Bomba de trasfega de composto .....	1	2	3	4	5	6
1 Bomba de trasfega de ácido .....	1	2	3	4	5	6
2 Mangueiras de trasfega .....	1	2	3	4	5	6
1 pistola de ar comprimido .....	1	2	3	4	5	6
1 mangueira de ar comprimido .....	1	2	3	4	5	6
1 Aspirador .....	1	2	3	4	5	6
1 Carro de transporte de carga .....	1	2	3	4	5	6
1 Empilhador .....	1	2	3	4	5	6
2 Contentores de resíduos .....	1	2	3	4	5	6
1 lavadora de pressão de água .....	1	2	3	4	5	6
Alcool (limpeza de sensores) .....	1	2	3	4	5	6
Barras de moldes .....	1	2	3	4	5	6



### Ferramentas

fase

1 Chave de gancho .....	1	2	3	4	5	6
1 Chave de bocas roquete n.º 17 .....	1	2	3	4	5	6
1 Chave Allen Tipo " T " n.º 4 .....	1	2	3	4	5	6
1 Chave Allen n.º 4 .....	1	2	3	4	5	6
1 Chave Allen n.º 5 .....	1	2	3	4	5	6
1 Chave de roquete n.º 10 c/ extensor ....	1	2	3	4	5	6
1 Chave de bocas n.º 24 .....	1	2	3	4	5	6
1 Chave de bocas n.º 12-13 .....	1	2	3	4	5	6
1 Tesoura .....	1	2	3	4	5	6



### EPI's

fase

Fato de proteção química .....	1	2	3	4	5	6
Botins ou sapatos de proteção .....	1	2	3	4	5	6
Luvas de proteção química .....	1	2	3	4	5	6
Luvas de proteção mecânica (P3000) .....	1	2	3	4	5	6
Máscara de filtros .....	1	2	3	4	5	6
Máscara panorâmica com filtros ABKE1 .....	1	2	3	4	5	6
Óculos de proteção .....	1	2	3	4	5	6
Boné de proteção .....	1	2	3	4	5	6
Joelheiras .....	1	2	3	4	5	6

Figura 105: Checks-lists de mudança de artigo de meios e utensílios, ferramentas e EPI's.

## Utilização de ferramentas

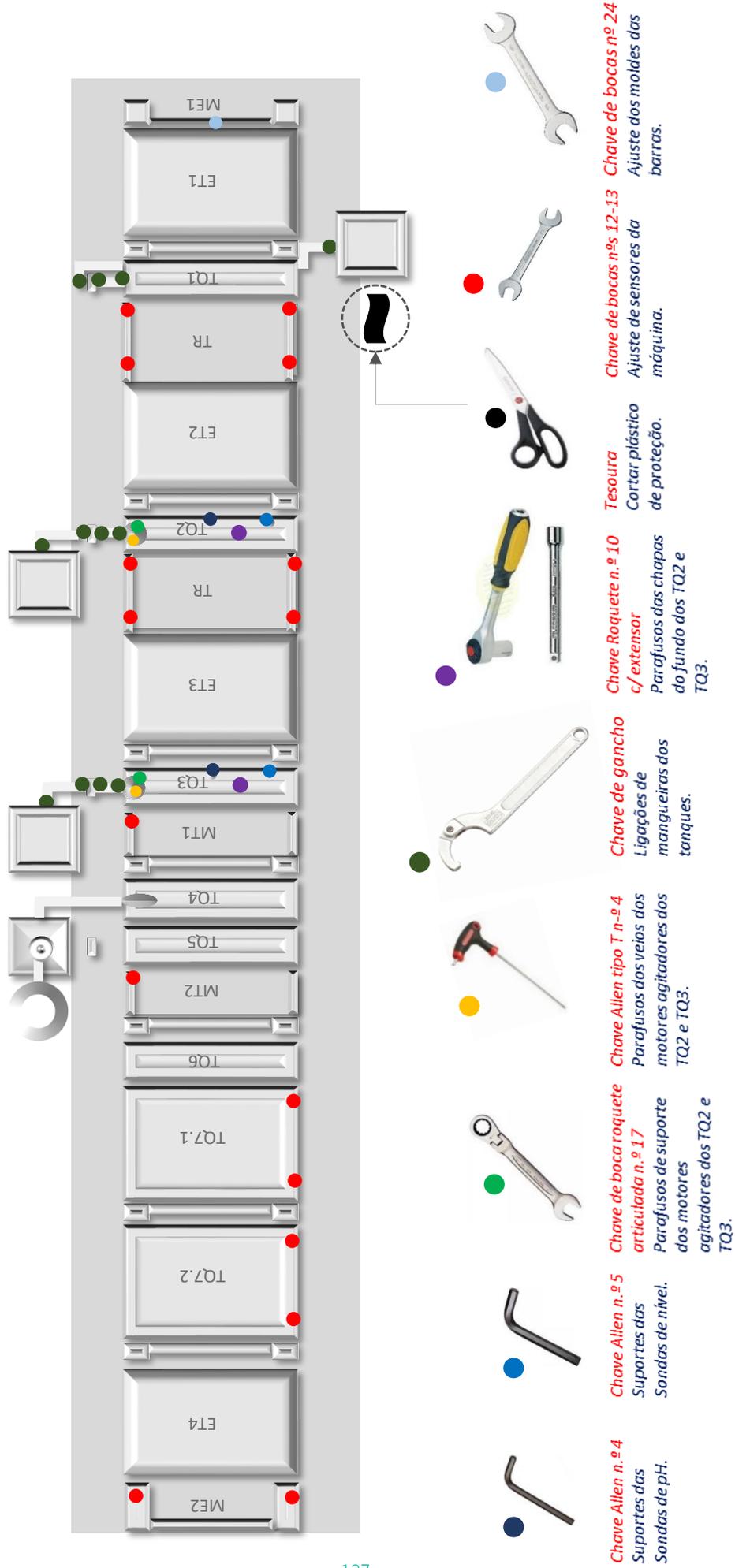


Figura 106: Infografia de utilização de ferramentas na LP7.

## 6.4 Sistemas Andon

A não existência de informação esconde deficiências, inatividades e problemas no processo, por isso é importante que se altere definitivamente o paradigma e que a monitorização das operações se faça com rigor e detalhe para que os processos possam ser imediatamente corrigidos. Esta informação, transversal à organização, permitirá tomar decisões importantes na vida da empresa.

A proposta de integração de *check-lists* para mudanças de artigos na LP7, para além de pretender reunir documentação histórica, pretende incorporar informação nos sistemas *Andon*, os quais se encontram dispersos pelos vários setores da empresa, permitindo evidenciar em tempo real a performance da produção.

É importante que a informação relativa à performance da máquina e dos *setups* realizados sejam monitorizados em tempo real. A exposição da informação contribui para tomada de decisões imediatas face aos desvios que possam ocorrer durante o processo.

A figura 107, ilustra os sistemas Andon instalados e com o objetivo de evidenciar a situação da produção em tempo real.



Figura 107: Sistemas Andon instalados para a monitorização da atividade produtiva.

## 6.5 Standard Work

Para além das *check-lists* e *yamazumis* de tarefas recorreu-se também ao *standard work* para definir e detalhar a melhor forma de executar as tarefas. A criação de *standards* de forma simples e objetiva

elimina a variabilidade de um processo para que os operadores possam produzir produtos com qualidade (Ortiz, 2006). Segundo Suzaki (2019), o *standard work* é uma ferramenta para alcançar o máximo desempenho com o mínimo de desperdício.

O *standard work* assegura o que cada operador deve fazer, quando e quanto tempo demorará a desenvolver determinada tarefa traduzindo-se na padronização de tarefas de forma a reduzir a variabilidade entre operadores e criando objetivos comuns em todos os momentos. Mondon (1988) define *standard work* como um conjunto de tarefas que o colaborador deve executar e como deve executar. Já Ohno (1997) afirma que *standard work* é uma definição clara e objetiva do trabalho através de padrões que regulam o tempo de ciclo do trabalho, a sequência e até mesmo o inventário.

As operações *standard* devem ser reconhecidas como um padrão. Os trabalhos *standard* são uma forma de assegurar a variabilidade de uma tarefa e que a mesma é segura e sustentável quer em termos de risco, quer ao nível ergonómico (Arezes, Dinis Carvalho, & Alves, 2010).

Inicialmente, os operadores entendem o *standard* como uma forma de condicionar a sua autonomia e flexibilidade durante a realização de tarefas, no entanto, mais tarde, percebem a utilidade desta ferramenta e as vantagens que apresentam, entre outras, também na formação dos mais inexperientes.

O *standard work* vai muito mais além que simples instruções de trabalho, cumprindo requisitos de qualidade, segurança, rotas, entre outros. No entanto, simplificámos o seu nível de forma a obtermos uma ferramenta mais simples, objetiva e essencialmente adaptada ao projeto em desenvolvimento.

A ferramenta traduz o *standard work* de tarefas e possui instruções complementadas por ajudas visuais que tornam a sua compreensão e interpretação acessível, estruturada e isenta de dúvidas. A elaboração dos documentos passaram pela observação das tarefas, pela discussão com os intervenientes, pelo estudo do seu melhor desempenho, por melhorias efetuadas e, pela aprovação do departamento de melhoria contínua e de qualidade. No final, a documentação foi colocada no posto de trabalho, permitindo a sua consulta a todos os colaboradores.

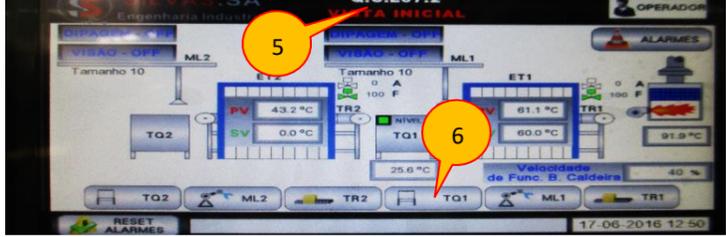
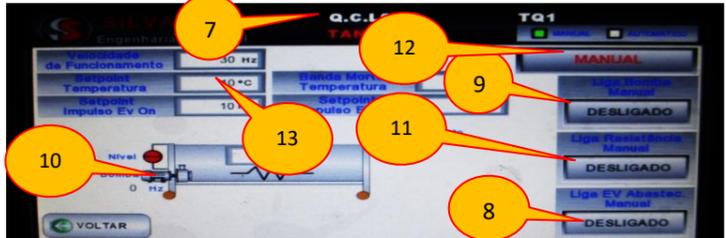
Esta foi uma ferramenta importante que ajudou ao controlo do processo através da redução da variabilidade das diferentes equipas intervenientes. A figura 108 é representativa do *standard work operations* para a Fase 3. As figuras 109 e 110, das páginas 141 e 142, exemplificam o *standard work* para enchimento dos tanques TQ1 e TQ2 e, enchimento e esvaziamento dos tanques TQ7.1 e TQ7.2.

ID	IDNovo	PRECED	OPERAÇÃO	DESCRIÇÃO	A	B	C	D	ESTACÇÃO	FASE	TIPO AUT/MAN	NIVEL DE RISCO	CLASSIFIC. TAREFA	PLAN START	PLAN DURATION	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	
33				Após última barra caçada entrar no tanque TQ7.2																											
34	301	32, 33	Interna	Remover os Resíduos e lavar o tanque TQ7.1					TQ7.1	3	Manual	Sem risco	Operação	161,0	10,2																
35	302	32, 33	Interna	Remover os sonidos do TQ3					TQ3	3	Manual	Sem risco	Operação	161,0	0,7																
36	303	35	Interna	Desligar a tomada o motor agitador do TQ3					TQ3	3	Manual	Sem risco	Operação	162,0	0,2																
37	304	36	Interna	Desligar a mangueira do TQ3: contentor - electrodávula					TQ3	3	Manual	Sem risco	Operação	163,0	0,5																
38	305	37	Interna	Desligar a mangueira do TQ3: Tanque - electrodávula					TQ3	3	Manual	Sem risco	Operação	164,0	0,7																
39	306	38	Interna	Trasfegar o composto do TQ3					TQ3	3	Manual	Sem risco	Operação	165,0	10,3																
40	307	39, 34	Interna	Remover o TQ3					TQ3	3	Manual	Sem risco	Movimento	174,0	0,5																
41	308	32, 33	Interna	Trasfegar o pré-coagulante do TQ1					TQ1	3	Manual	Sem risco	Operação	161,0	6,3																
42	309	41	Interna	Ligar a mangueira do TQ1: contentor - electrodávula					TQ1	3	Manual	Sem risco	Operação	167,0	0,7																
43	310	34	Interna	Lavar TQ7.2					TQ7.2	3	Manual	Sem risco	Operação	168,0	4,3																
44	311	41	Interna	Ligar mangueira do TQ2: Contentor - electrodávula					TQ2	3	Manual	Sem risco	Operação	168,0	0,9																
45	312	44	Interna	Ligar a mangueira do TQ2: Tanque - electrodávula					TQ2	3	Manual	Sem risco	Operação	169,0	0,9																
46	313	40, 45	Interna	Substituir barras na ET2					ET2	3	Manual	Sem risco	Operação	172,0	2,2																
47	314	46	Interna	Substituir barras na ET3					ET3	3	Manual	Sem risco	Operação	174,0	2,3																
48	315	47	Interna	Ligar máquina					Comando	3	Manual	Sem risco	Operação	175,0	0,1																
49				Após retirar TQ3, trasfegar TQ1 e Limpar TQ7.1 e TQ7.2 e ligara máquina																											

	Manual	Sem risco	Operação	Movimento
un.	15	15	14	1
min	13'	13'	12,5	0,5

Figura 108 – Standard Work – Fase 3

### ENCHER TANQUE TQ1 DE PRÉ-COAGULANTE

ID	Passos principais	Pontos chave do processo	Ajuda visual
1	Deslocar-se ao exterior do edifício junto da LP1 e verificar se a bomba está ligada (A) e a válvula aberta (B)	Encher tanque pré-coagulante	
2	Abrir a válvula (1) situada no pilar da máquina lado LP4. Abrir também as válvulas do tanque (2, 3 e 4), depois no quadro (Q.C.L.07.2) (5) premir em cima da mensagem (6) TQ1 ativando o menu (7)		
3	No quadro (Q.C.L.07.2) no menu (7) ligar na mensagem (8) o abastecimento e deixar encher o reservatório, só depois ligar a bomba de circulação (9). Quando estiver no nível (10), desligar automático.		
4	No quadro (Q.C.L.07.2) no menu (7) ligar na mensagem (8) o abastecimento e deixar encher o reservatório, só depois ligar bomba de circulação (9) Quando estiver no nível (10), desligar automático.	Pode também ligar resistências (11) ou colocar automático na (12). Para programar a temperatura, premir na (13) aparecendo o menu com numerário e inserir o valor fazendo premindo "enter"	

### ENCHER TANQUE TQ2 DE 1.º COMPOSTO

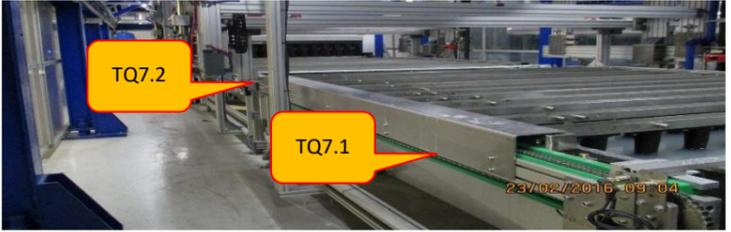
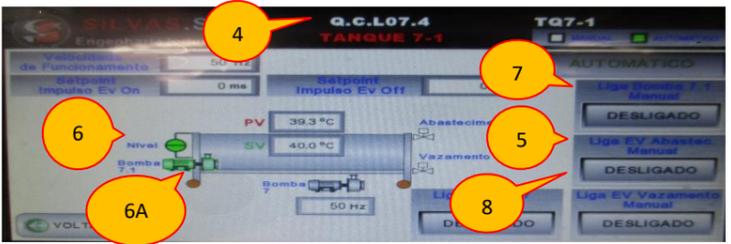
ID	Passos principais	Pontos chave do processo	Ajuda visual
1	Ligar a tubagem ao contentor (14) e a electroválvula (15 e 16) que vai para o tanque (17). Abre as válvulas (18 e 19)		
2	Deslocar-se ao quadro (Q.C.L.07.2) e no menu (20) premir em cima da mensagem (21) TQ2 aparece o menu (22) Ligar na mensagem (23) enchimento tanque e quando estiver quase cheio ligar a agitação (24) Quando chegar ao nível (25) desligar automaticamente.	Se colocar na (26) automático fica tudo ligado	

Aprovado:

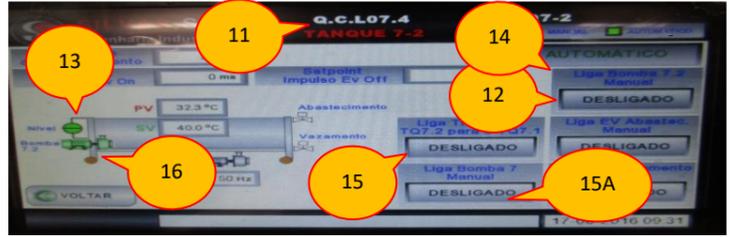
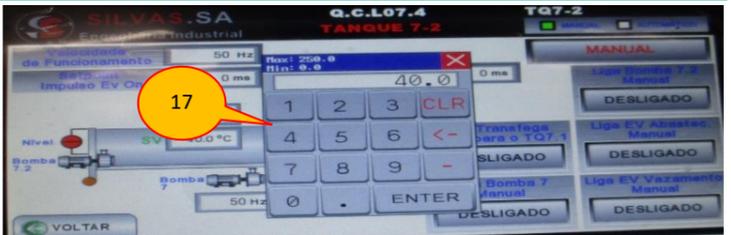
Validado:

MO-PRO-344 V00

### ENCHER E Esvaziar o Tanque TQ7.1 de Leaching

ID	Passos principais	Pontos chave do processo	Ajuda visual
1		Garantir que os tanques se encontram devidamente limpos antes de encher	
2	Para encher, abrir a válvula situada entre os dois tanques de leaching no interior da LP (lado LP4) (1) para encher com água quente (1A) ou encher com água fria		
3	No quadro (Q.C.L.07.4) (2) para ativar o menu do tanque 7.1, premir em (3) (TR4.1) e surge o menu (4). Premir na mensagem (5) para ligar electroválvula de abastecimento e quando chegar ao nível (6) desliga automaticamente. Premir em (7). A bomba 7.1 ou em "automático" para ficar tudo ligado.	Para alterar temperatura premir no display da (6A). Ararecerá o menu em numerário e poderá escolher a temperatura, de acordo com a especificação.	
4	Para esvaziar o tanque 7.1, premir na mensagem (8)		

### ENCHER E Esvaziar o Tanque TQ7.2 de Leaching

ID	Passos principais	Pontos chave do processo	Ajuda visual
1	No quadro (Q.C.L.07.4) (9) premir no tanque 7.2 (TR4.2) (10) e surge o menu (11). Premir na mensagem (12) para ligar electroválvula de abastecimento e quando chegar ao nível (13) desliga automaticamente. Ligar em (14) a bomba 7.2 ou em "automático" ficando tudo ligado.		
2	Para esvaziar tanque 7.2 ligar em (15A) "ligar vazamento" ou aproveitar a água se não estiver muito suja para fazer a trasfega para tanque 7.1 ligando na mensagem (15) "ligar trasfega TQ7.2 para TQ7.1"		
3	Para alterar a temperatura, premir na mensagem (16) surgindo o menu (17), introduzir a temperatura desejada fazendo "enter" no final	<i>Consultar as especificações de produção</i>	

Aprovado:

Validado:

MO-PRO-344 V00

Figura 110: Standard Work, enchimento e esvaziamento dos tanques TQ7.1 e TQ7.2.

## 7. QUANTIFICAÇÃO DAS MELHORIAS

Neste Capítulo são descritos e quantificados os principais ganhos obtidos no projeto.

### 7.1 Resultados das melhorias

O resumo sucinto da metodologia SMED é demonstrativa do seu potencial quer na análise quer na procura de soluções que irão de encontro com as perspetivas dos problemas dos clientes.

A organização tem agora informação clara e eficaz para perceber os limites do problema das mudanças de artigo no equipamento e dos seus potenciais ganhos e metodologias de melhoria.

O objetivo de reduzir o tempo de *setup* do equipamento abrindo uma janela extra de produção, tem grandes probabilidades de ser mantida dentro dos tempos que o estudo aqui concluiu. Fomentar o trabalho de grupo, organizar as atividades, efetuar um planeamento eficaz e implementar melhorias são horizontes que deverão estar sempre presentes.

Os resultados do projeto são apresentados de forma simples e visual nas páginas que se seguem abrindo aqui espaço de melhoria e de compreensão para a realidade da empresa. Hoje, a visão global do processo é sem dúvida diferente. Este trabalho ajuda a esclarecer e a evidenciar as principais causas e origens dos problemas e falhas ocorridas.

O número de tarefas foi contado a partir do momento em que se iniciou a preparação para a mudança de artigo e terminou no momento em que obteve o primeiro artigo “bom” da nova produção do artigo Swan Cut. O projeto permitiu uma redução de 23,4% das tarefas, (figura 111).

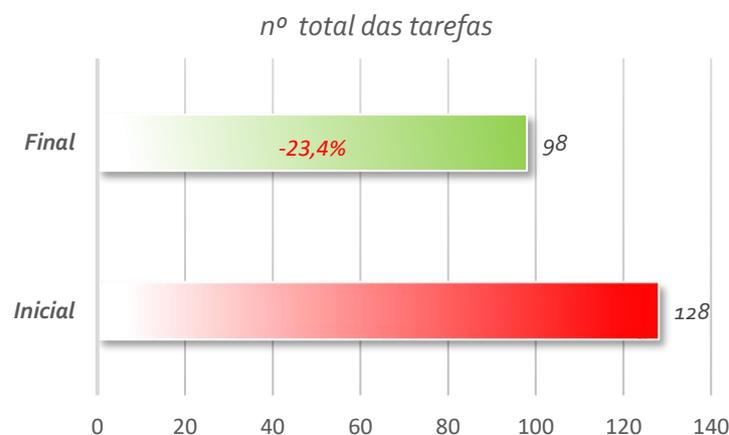


Figura 111: Gráfico do número total de tarefas na fase inicial e na fase final do projeto.

O número de tarefas representou uma redução, em minutos, de 19,0% do somatório total das tarefas efetuadas pelos operadores. O total do tempo das tarefas realizadas passou de 1.937,7 minutos para 1.569,6 minutos (figura 112).

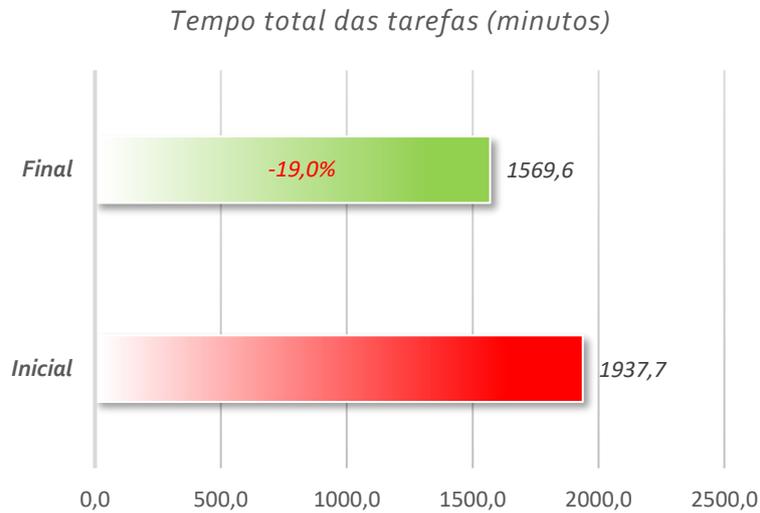


Figura 112: Gráfico do tempo total de tarefas na fase inicial e na fase final do projeto.

No projeto final, conseguiu-se reduzir o tempo das operações internas em 87,1%. É evidente que a favorecer este resultado está a simplificação de muitas tarefas que não representavam qualquer valor acrescentado para a mudança de artigo. Por este motivo, a conversão implica um consequente aumento do tempo de execução das tarefas externas em 116,2% (figura 113).

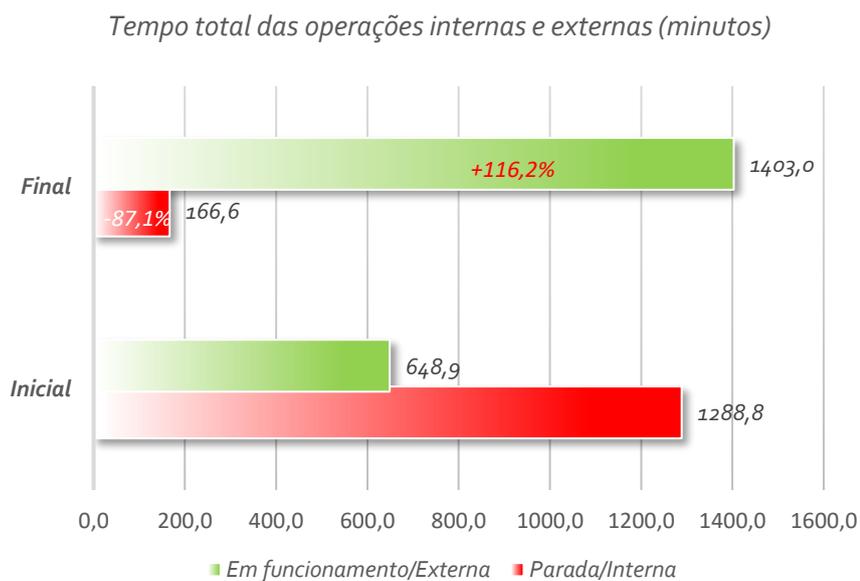


Figura 113: Gráfico do tempo total consumido em operações internas e externas antes e depois do projeto.

O gráfico que se segue (figura 114), demonstra as alterações efetuadas antes e depois do projeto nas várias estações ou áreas externas onde decorrem tarefas complementares. Em praticamente todas as estações da LP7 assistiu-se a uma redução do tempo das tarefas.

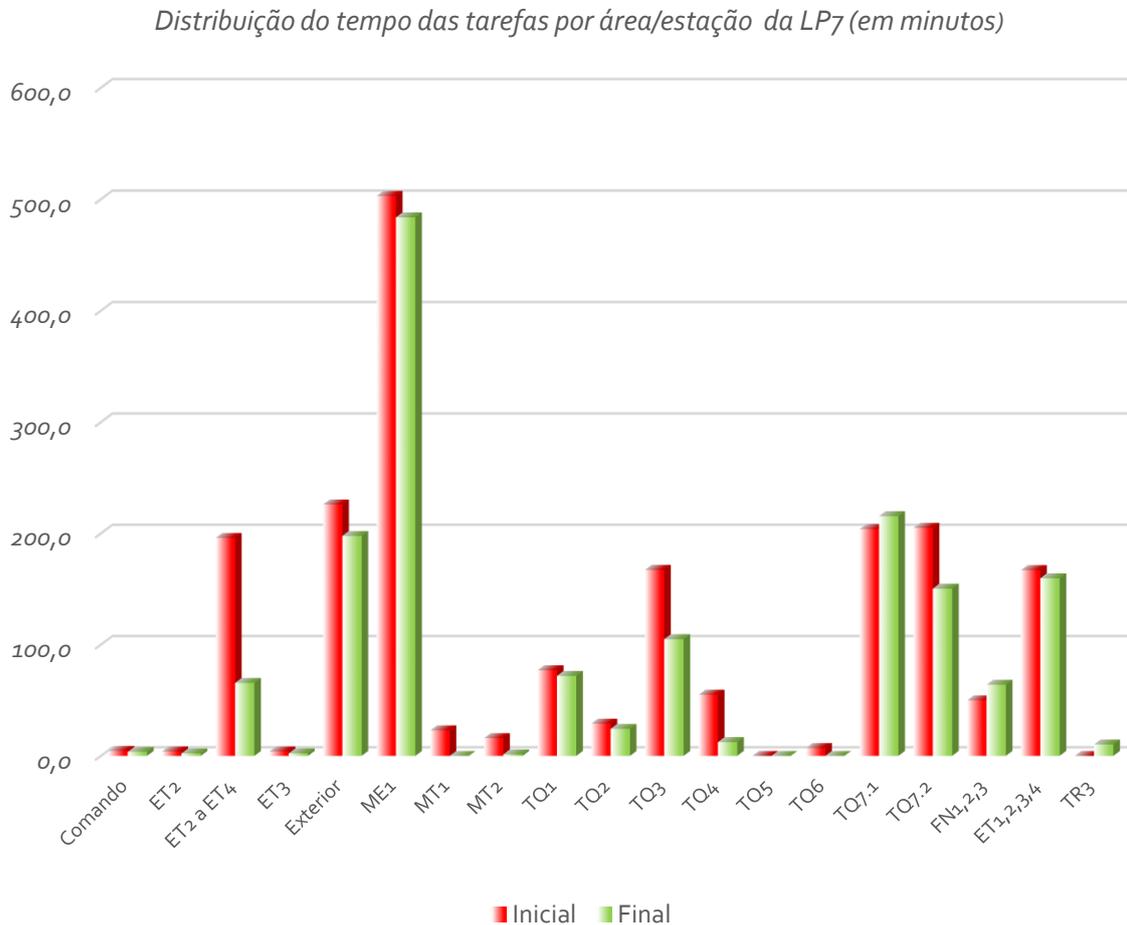


Figura 114: Gráfico do tempo total consumido por estações/áreas da LP7, antes e depois do projeto.

A figura 115 demonstra as alterações efetuadas no tempo das tarefas, antes e depois do projeto e tendo em vista a classificação das operações. As reduções de tempo mais significativas ocorreram nas limpezas, as quais se reduziram ao mínimo através da implementação do plano de limpeza efetuado exclusivamente para as mudanças rápidas de artigo. As mudanças de fluídos compostos e as montagens e desmontagens também sofreram melhorias através do estudo da melhor metodologia utilizada pelas equipas.

### Classificação das operações (minutos)

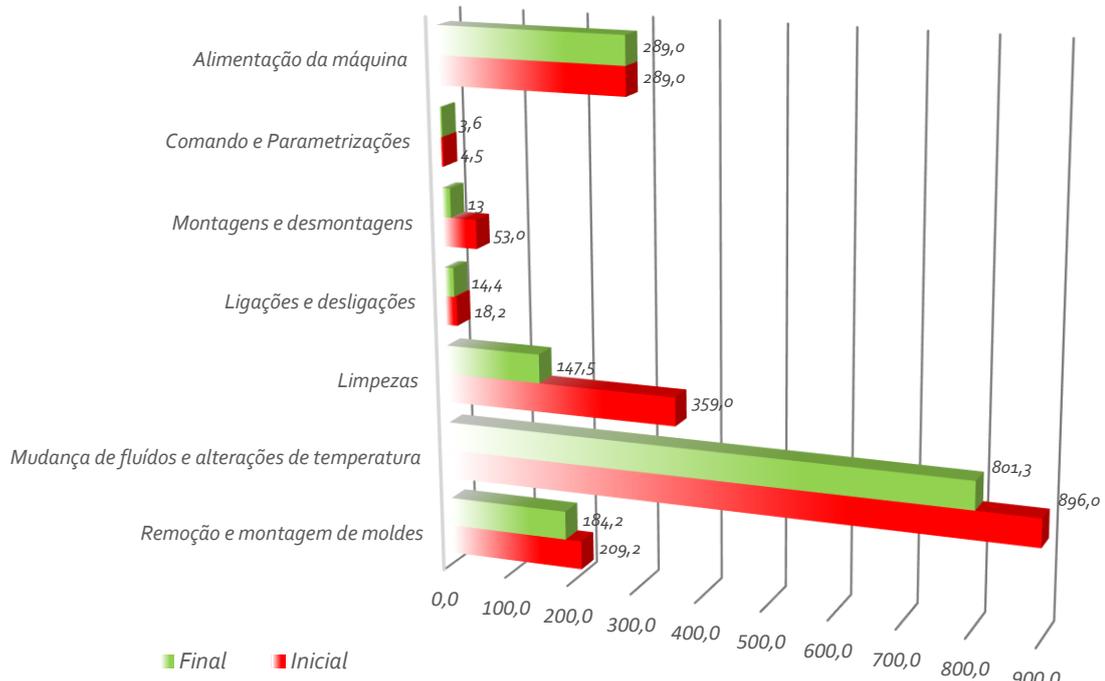
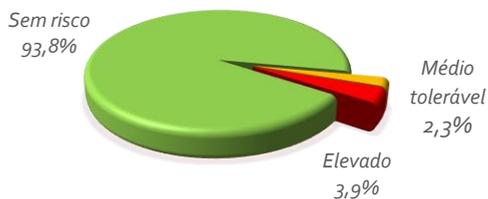


Figura 115: Gráfico da análise do tempo total das operações classificadas, antes e depois do projeto.

A segurança na realização das tarefas também não foi descuidada (figura 116). Nas observações iniciais foram evidenciadas tarefas efetuadas com a máquina em movimento durante a remoção do tanque TQ3. As operações de desligamento de mangueiras e da trasfega do composto eram realizadas em incumprimento claro das regras de básicas de segurança.

#### Estado inicial - n.º tarefas quanto à segurança



#### Estado final - n.º tarefas quanto à segurança

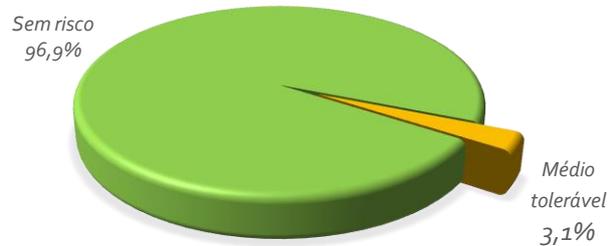


Figura 116: Gráfico da análise do número de tarefas quanto à segurança.

O risco iminente de um acidente grave é sempre um prejuízo para a vítima e para a organização e, por isso, também foi motivo de preocupação deste projeto. Na sequência deste assunto foram monitorizadas ações de sensibilização de normas de segurança e implementadas ações preventivas para o cumprimento das condições de segurança no trabalho. O *standard work* sugerido tem como principal preocupação o cumprimento de todas as normas de higiene e segurança no trabalho. As tarefas de elevado risco foram anuladas. No entanto, existem ainda tarefas de risco tolerável correspondente a tarefas de controlo do produto, cuja amostragem e inspeção obriga a entrar dentro do equipamento em funcionamento. O assunto foi reportado superiormente e irão ser desenvolvidos e criados procedimentos que minimizem o risco.

Analisaremos agora o tempo de trabalho despendido por operador na fase inicial e na fase final do projeto. É na organização das tarefas paralelas que se verificam os verdadeiros ganhos do projeto. Antes de passarmos à explicação dos gráficos é importante notar o seguinte:

As tarefas de mudança no início do projeto foram transversais a 4 turnos. A preparação iniciou-se no turno designado por 1 no gráfico (constituído por 2 operadores, 2 preparadores e 1 coordenador). Da mesma forma foram executadas tarefas no turno 2, seguidamente no turno 3 e por último culminaram com a fase de arranque da máquina no turno 4 (o gráfico do tempo de trabalho despendido por cada operador é justificado na primeira volta do artigo, com a ocupação do operador 1 no controlo e supervisão da máquina e os restantes 3 colaboradores a exercerem as funções de calçadores). No total estiveram envolvidos 16 colaboradores sendo 14 afetos ao equipamento e 2 coordenadores no apoio de tarefas (figura 117).

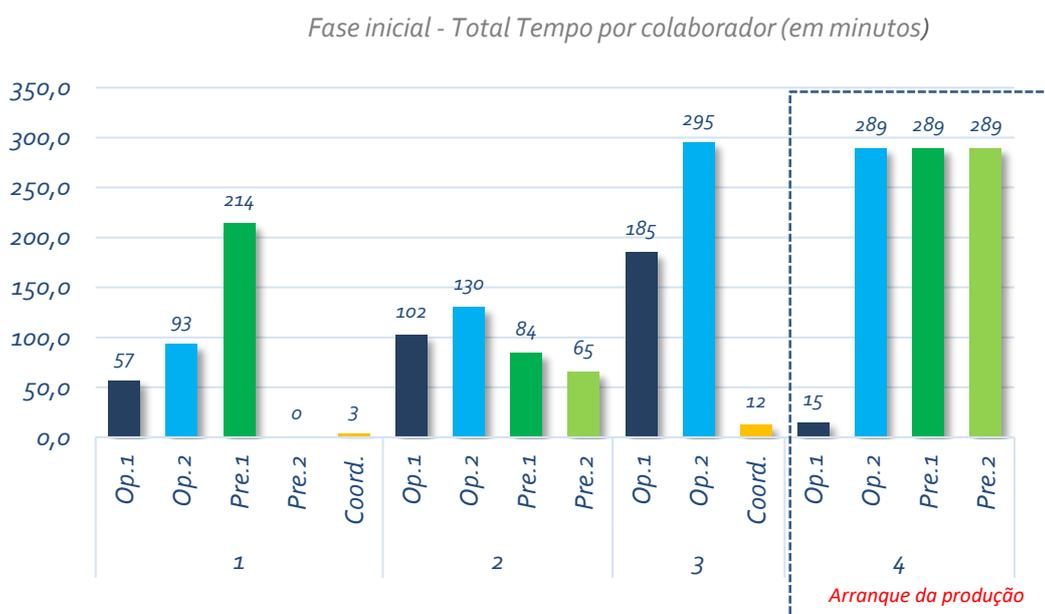


Figura 117: Gráfico da análise da contribuição em minutos de trabalho por operador ao longo dos 4 turnos do changeover da fase inicial.

Os resultados apresentados representam a ocupação em minutos de cada operador ao longo das tarefas de mudança de artigo quer seja através de tarefas manuais quer de tarefas partilhadas. A tarefa desempenhada pelo coordenador do turno (a amarelo) também está representada. O método segue o mesmo critério para a análise da fase final do projeto. Na fase final do projeto estão envolvidos 9 colaboradores, sendo 8 afetos à máquina e 1 coordenador (figura 118).

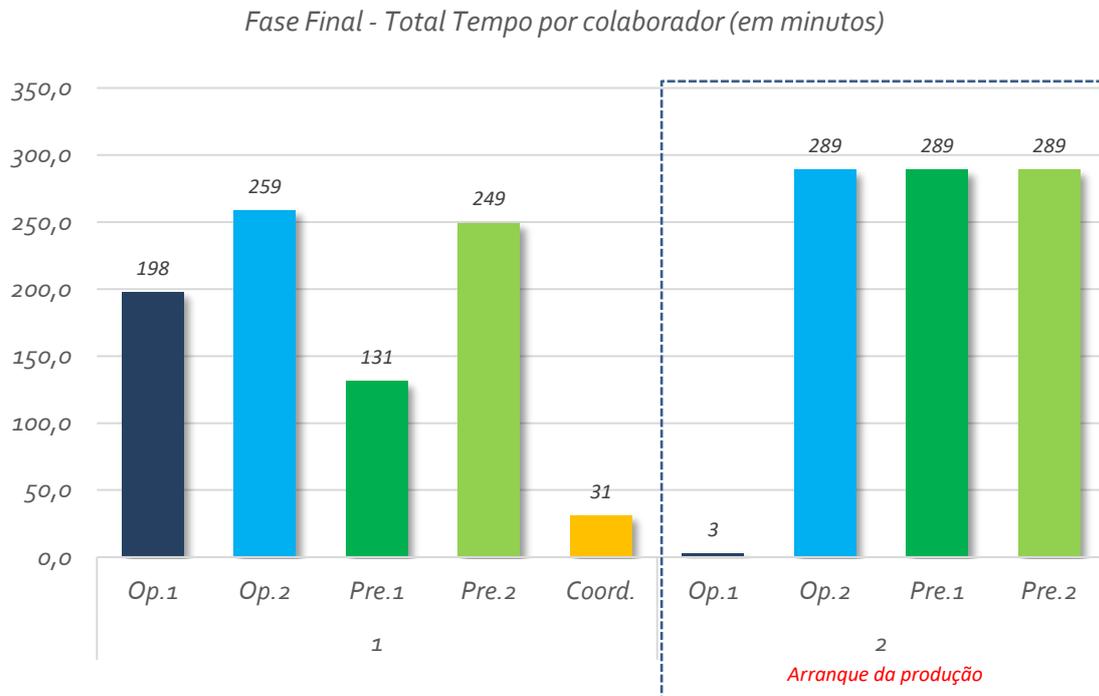


Figura 118: Gráfico da análise da contribuição em minutos de trabalho por operador ao longo dos 2 turnos do changeover da fase final.

O método final apresenta uma redução de 7 colaboradores intervenientes nas tarefas de mudança. Enquanto que as tarefas de mudança, até obtenção da primeira peça “boa” do novo artigo ocupavam 4 turnos, agora bastam 2 turnos.

Na realidade as tarefas de mudança executam-se em 1 turno e o arranque do novo artigo num 2.º turno. As melhorias e o balanceamento das tarefas assentes num trabalho de grupo orientado e focalizado na importância das boas práticas das tarefas é a grande vantagem do método.

O gráfico que se segue (figura 119) ilustra somente as bases em que decorrem as tarefas de mudança. São retiradas as fases de arranque da nova produção e o apoio do coordenador, o qual se traduz em apoios pontuais sem expressão significativa para os resultados finais.

Voltando à análise da distribuição do tempo das tarefas por operadores na fase inicial e na fase final do projeto. De 10 colaboradores intervenientes nas tarefas passamos para 4.

Fase inicial - Total Tempo por colaborador durante tarefas de mudança (em minutos)

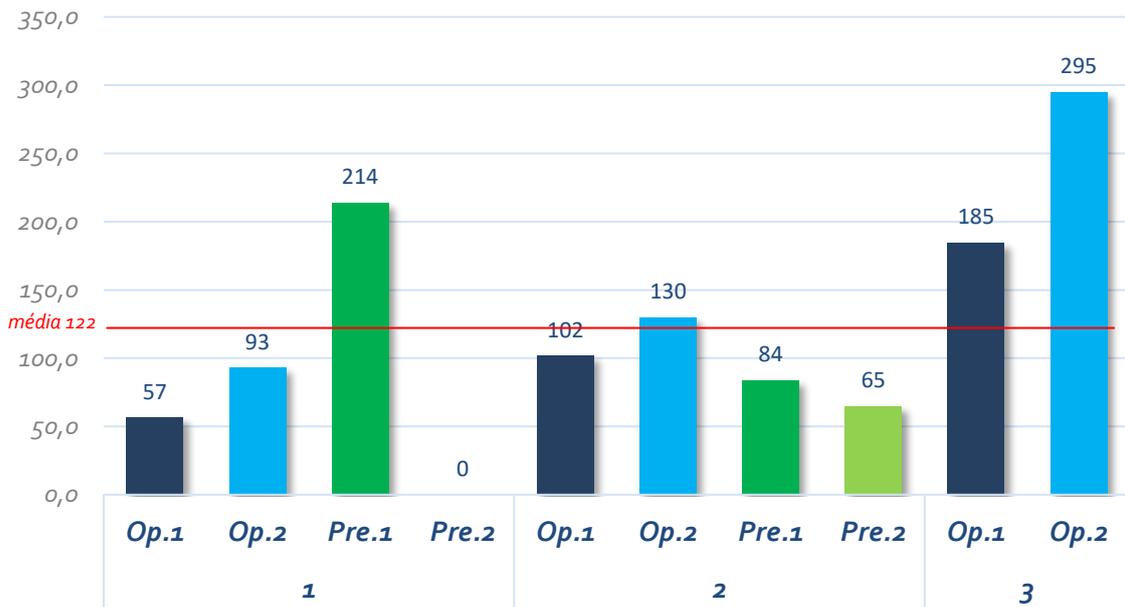


Figura 119: Gráfico da contribuição em minutos do trabalho por operador ao longo dos 3 turnos em que decorreram as tarefas de mudança.

A preocupação no balanceamento das operações, a formação de equipas estáveis e a partilha de tarefas dos operadores mais experiente com os menos experientes resulta na proposta representada na figura 120.

Fase final - Total do tempo por colaborador durante as tarefas de mudança (em minutos)

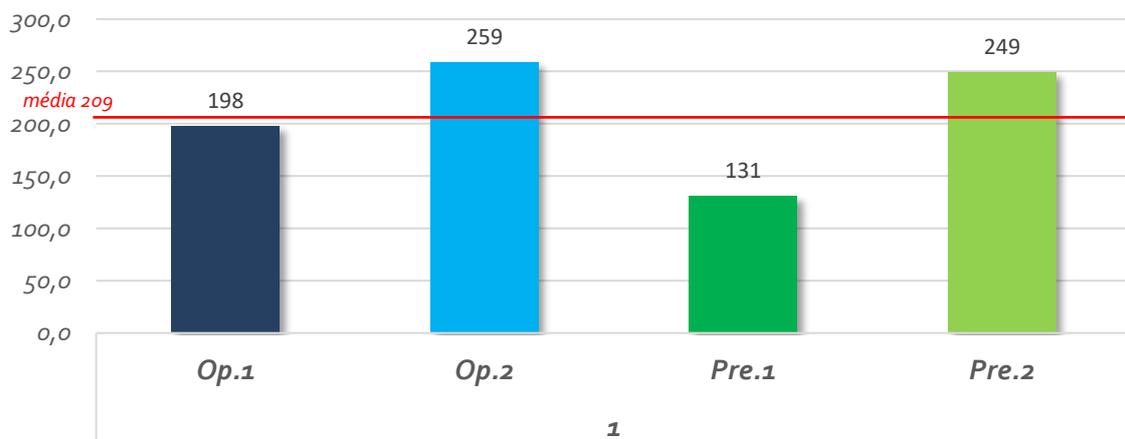


Figura 120: Gráfico da contribuição em minutos de trabalho por operador ao longo dos 3 turnos em que decorreram as tarefas de mudança.

A tabela 21 apresenta os resultados finais obtidos no projeto. A infografia (figura 120), representa a redução do tempo de *setup* conseguida no projeto.

Tabela 21: Resultados finais do projeto.

	Inicial		Final		Final - Inicial
	tempo em m	%	tempo em m	%	Var (%)
Tempo total da observação	1.842,0	100,0%	684,0	100,0%	-62,9%
Tempo total em que decorreram as operações	1.394,0	75,7%	684,0	100,0%	-50,9%
Tempo total das inatividades	448,0	24,3%	0,0	0,0%	100,0%

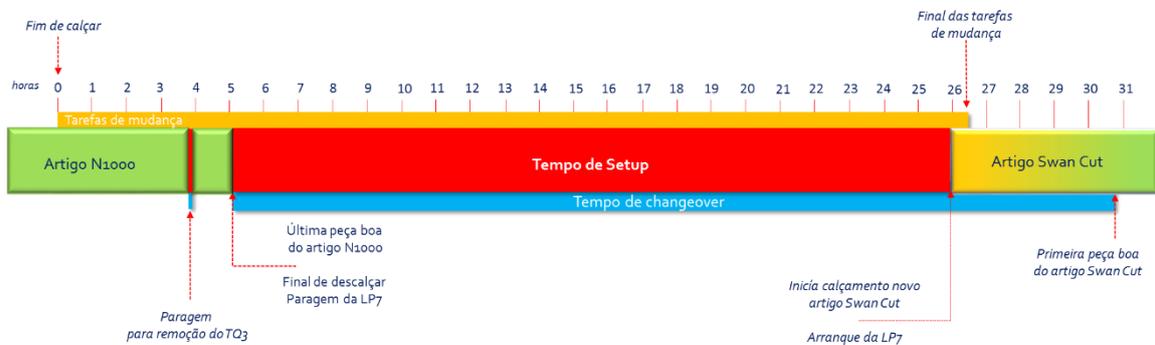
  

	tempo em m	tempo h:m:s	tempo em m	tempo h:m:s	Var (%)
Somatório do tempo total das tarefas	1.937,7	100,0%	1.569,6	100,0%	-19,0%
Somatório do tempo total das tarefas paralelas	95,7	4,9%	885,6	56,4%	825,4%
Somatório do tempo total das tarefas assíncronas	1.842,0	95,1%	684,0	43,6%	-62,9%

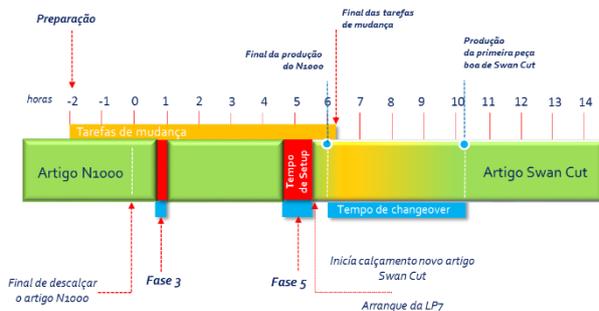
  

	tempo em m	tempo h:m:s	tempo em m	tempo h:m:s	Var (%)
<b>Tempo de Setup</b>	<b>1.253,5</b>	<b>68,1%</b>	<b>61,0</b>	<b>8,9%</b>	<b>-95,1%</b>
<b>Tempo de Changeover</b>	<b>1.541,5</b>	<b>83,7%</b>	<b>353,0</b>	<b>51,6%</b>	<b>-77,1%</b>

### Fase inicial



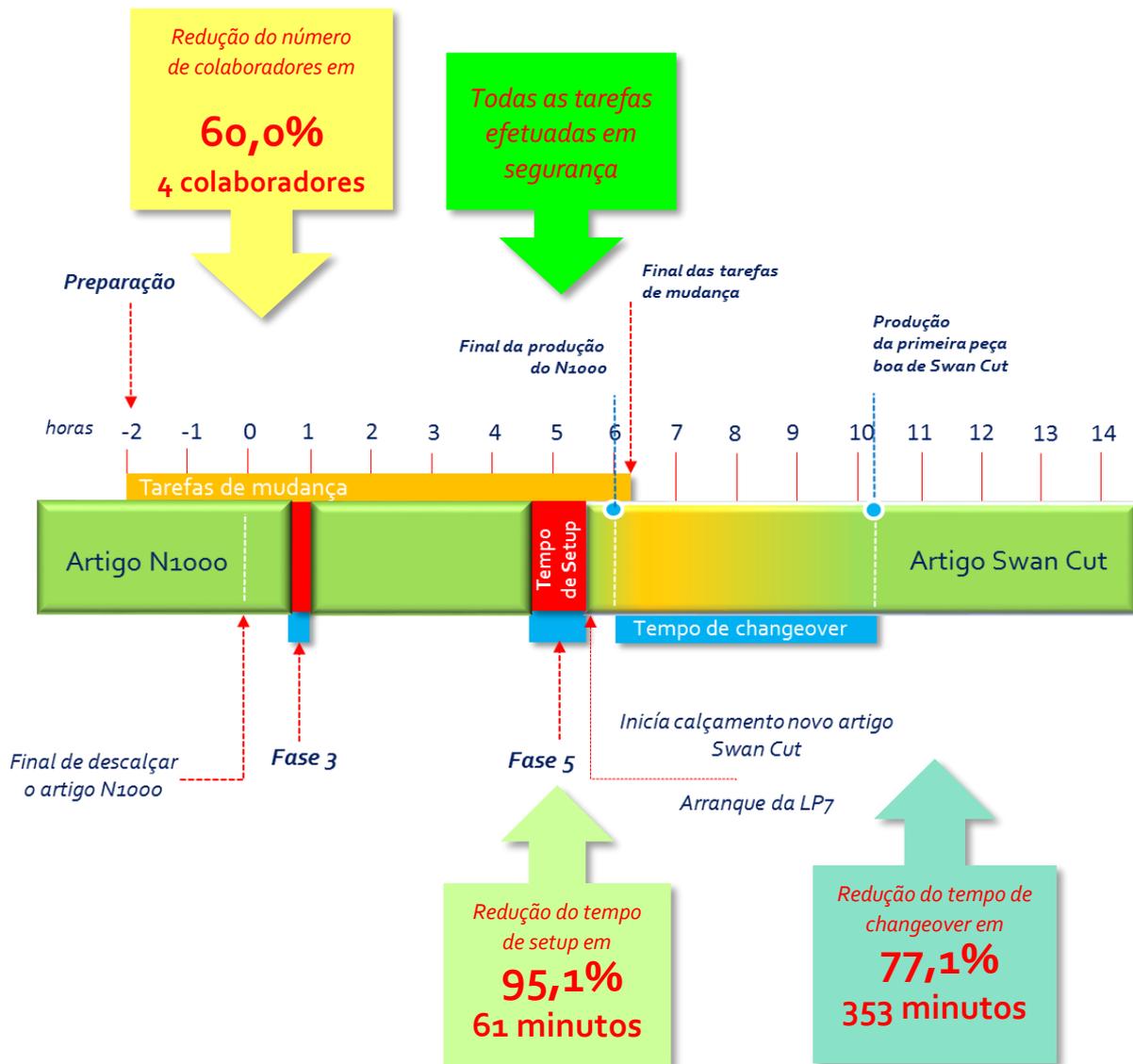
### Fase Final



Redução do tempo de setup  
**95,1%**

Figura 121: Resultados da redução do tempo de setup: fase inicial vs fase final.

A figura 122 resume os principais ganhos obtidos com o projeto. Os resultados são evidentes e ilustrativos de como se podem obter grandes resultados com organização do trabalho. Os resultados finais obtidos representam um aumento do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) de 12% e um aumento de disponibilidade de 16%.



KPI - Indicadores			
OEE 64,6% (+12%)	Disponibilidade 89,0% (+16%)	FPY 97,2% (0%)	Tempo de setup (min) 61,0 (95,1%)

Figura 122: Painel de indicadores estimados com um *setup* por semana.

## 7.2 Monitorização do projeto

A implementação do projeto no chão de fábrica e os testes de monitorização efetuados decorreram nas duas últimas semanas antes da finalização prevista do projeto. A monitorização da metodologia proposta baseou-se no acompanhamento e orientação das Fases que foram definidas para o projeto com especial incidência nas Fases consideradas de maior criticidade. Assim, o foco do estudo centrou-se nas Fases 3 e 5, ou seja, nas Fases com impacto direto na paragem do equipamento, onde se desenvolvem operações internas.

Por motivos de indisponibilidade e variabilidade da produção somente foram efetuadas 6 observações e respetivas recolhas de dados. O número de observações é insuficiente para sustentar o projeto através de controlo estatístico de forma a obtermos margens de erro reduzidas. No entanto, o resultado da implementação das ações já permite lançar os primeiros passos para a implementação da metodologia. Neste contexto, é importante manter o foco e continuar a acompanhar de perto as ações de forma a garantir e sustentar para o futuro os ganhos previstos no projeto.

As Fases 1, 2, 4 e 6 são menos críticas pois apesar de serem constituídas por operações externas têm folga suficiente para que as tarefas se desenvolvam atempadamente.

Nas tabelas 22 e 23 apresentam-se os resumos dos resultados das observações efetuadas para os objetivos e limites estabelecidos para as paragens nas Fases 3 e 5 da LP7.

### Resultado das observações das Fases 3 e 5

Tabela 22: Estatísticas descritivas da Fase 3 resultante das observações após implementação do projeto.

#### Estatísticas Descritivas: Fase 3

<i>Variável</i>	<i>N</i>	<i>N*</i>	<i>Média</i>	<i>EP Média</i>	<i>DesvPad</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Q1</i>	<i>Mediana</i>	<i>Q3</i>	<i>Máximo</i>
<b>Fase 3</b>	6	0	12,93	1,22	2,98	8,28	10,27	13,56	15,16	16,62

Tabela 23: Estatísticas descritivas da Fase 5 resultante das observações após implementação do projeto.

#### Estatísticas Descritivas: Fase 5

<i>Variável</i>	<i>N</i>	<i>N*</i>	<i>Média</i>	<i>EP Média</i>	<i>DesvPad</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Q1</i>	<i>Mediana</i>	<i>Q3</i>	<i>Máximo</i>
<b>Fase 5</b>	6	0	43,684	0,764	1,872	41,324	41,899	43,568	45,519	46,295

As figuras 123 e 124 da página seguinte apresentam o estudo da normalidade dos dados obtidos.

### Gráfico de Probabilidade de Fase 3

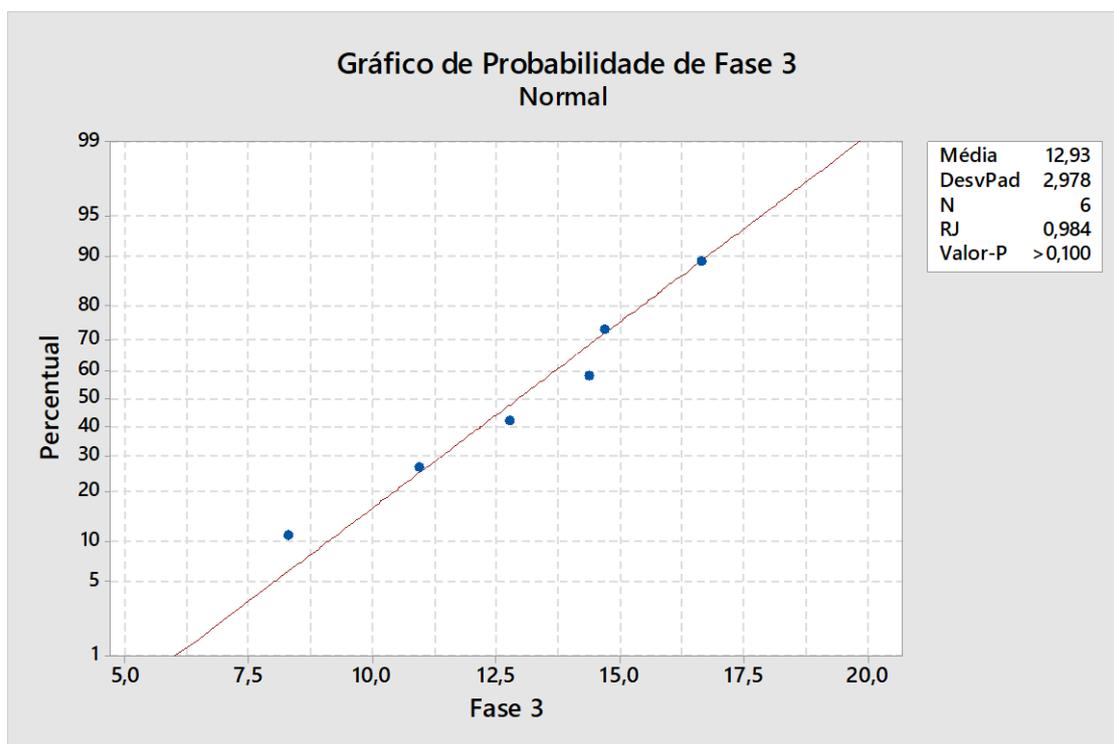


Figura 123: Gráfico do teste à normalidade da Fase 3 resultante das observações após implementação do projeto.

### Gráfico de Probabilidade de Fase 5

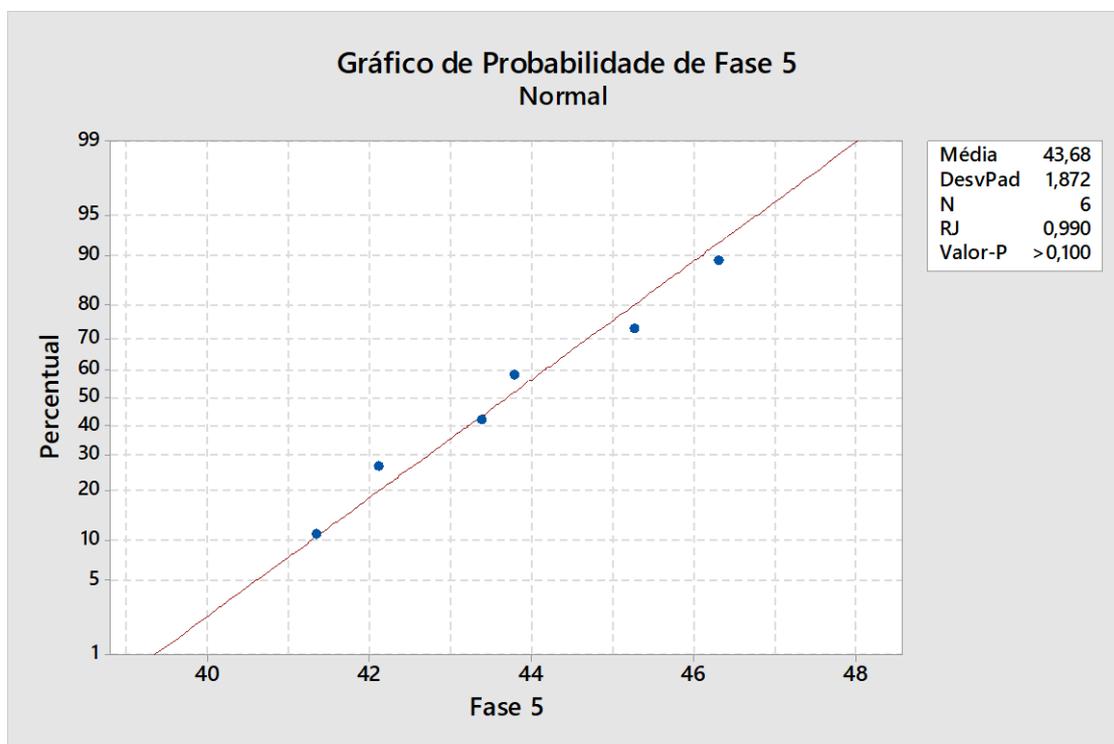


Figura 124: Gráfico do teste à normalidade da Fase 5 resultante das observações após implementação do projeto.

Da observação dos testes à normalidade dos dados poderemos concluir que ambas as Fases apresentam distribuições normais.

### Carta I-AM de Fase 3

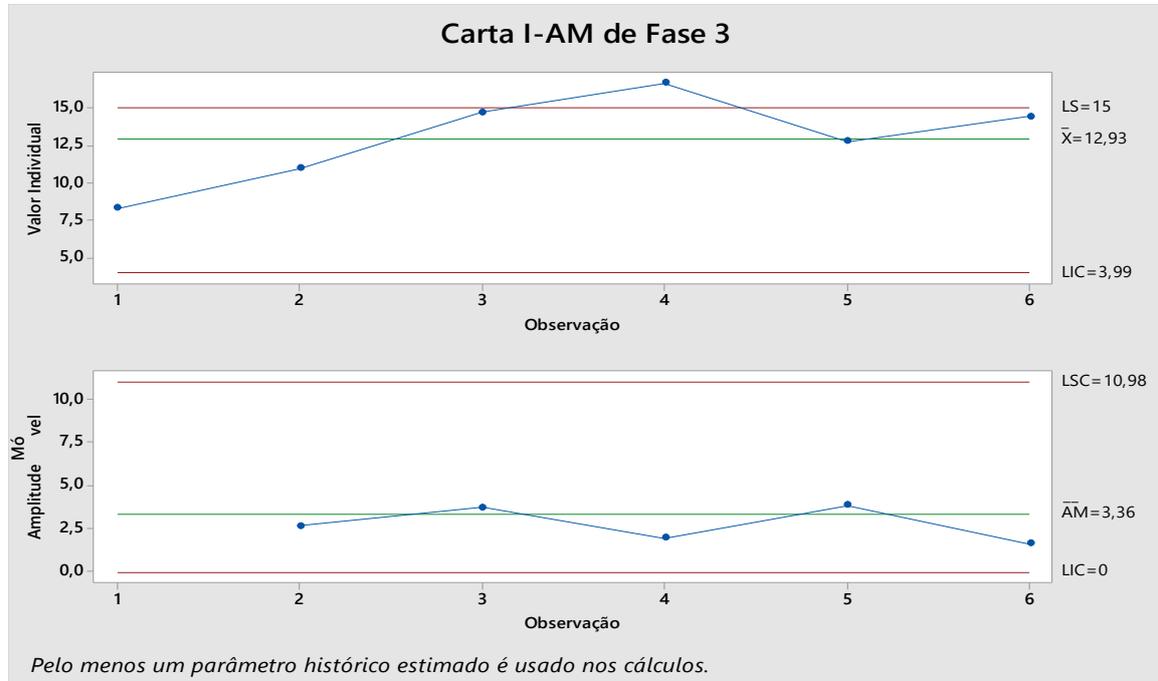


Figura 125: Carta I-AM da Fase 3.

### Carta I-AM de Fase 5

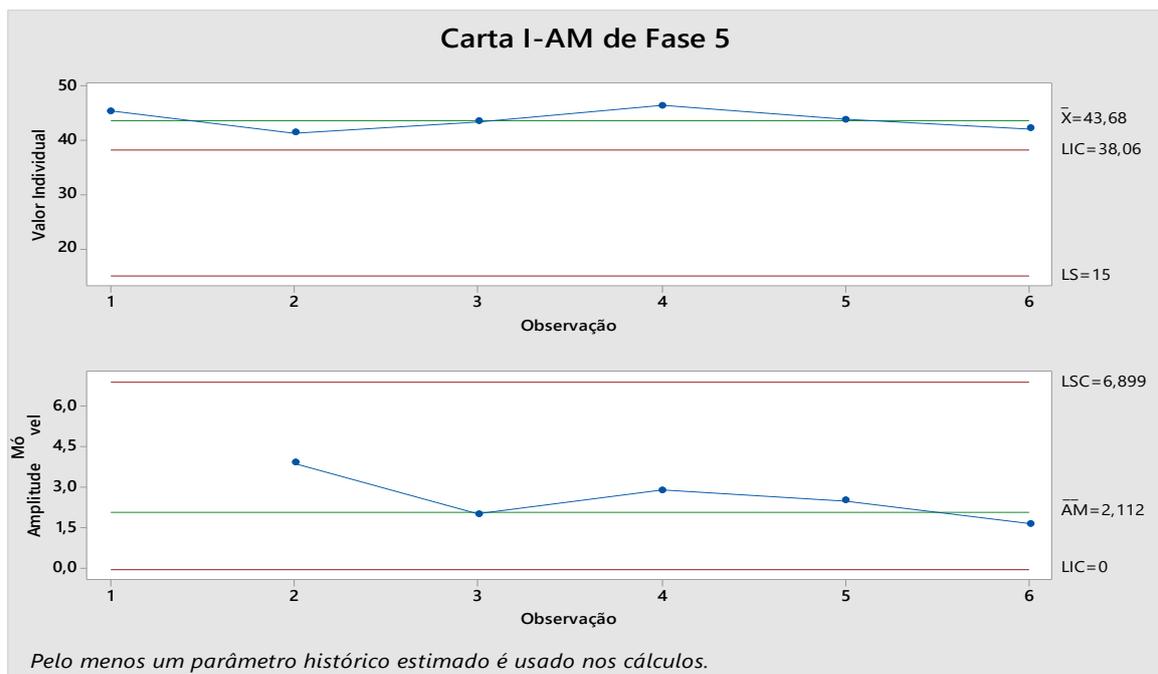


Figura 126: Carta I-AM da Fase 5.

As figuras 125 e 126 apresentam cartas de controlo I-AM dos tempos obtidos nas observações da Fase 3 e Fase 5 respetivamente. A análise permite concluir que ambas as Fases ainda não se encontram suficientemente estáveis apresentando ainda pontos fora dos limites máximos estabelecidos para as Fases de paragem.

### Teste de Postos Sinalizados de Wilcoxon: Fase 3

Tabela 24: Resultado da mediana Fase 3.

#### $\eta$ : mediana de Fase 3

<i>Amostra</i>	<i>N</i>	<i>Mediana</i>
Fase 3	6	12,799

Tabela 25: Resultado do teste Wilcoxon Fase 3.

Hipótese nula  $H_0: \eta = 15$

Hipótese alternativa  $H_1: \eta < 15$

<i>Amostra</i>	<i>N para</i>	<i>Teste</i>	<i>de Wilcoxon</i>	<i>Estadística</i>	<i>Valor-p</i>
Fase 3	6		3,00		0,071

Para um índice de confiança de 95% podemos afirmar que estatisticamente os valores da mediana ficam abaixo dos 15 minutos definidos como limite de paragem na Fase 3 (tabelas 24 e 25).

### Teste de Postos Sinalizados de Wilcoxon: Fase 5

Tabela 26: Quadro resultado da mediana Fase 5.

#### $\eta$ : mediana de Fase 5

<i>Amostra</i>	<i>N</i>	<i>Mediana</i>
Fase 5	6	43,676

Tabela 27: Resultado do teste Wilcoxon Fase 5.

Hipótese nula  $H_0: \eta = 45$

Hipótese alternativa  $H_1: \eta < 45$

	<i>N para</i>	<i>Estatística</i>	
<i>Amostra</i>	<i>Teste</i>	<i>de Wilcoxon</i>	<i>Valor-p</i>
<b>Fase 5</b>	6	4,00	0,104

Para um índice de confiança de 95% podemos afirmar que estatisticamente os valores da mediana ficam abaixo dos 45 minutos definidos como limite de paragem da Fase 5 (tabelas 26 e 27).

### IC de Postos Sinalizados de Wilcoxon: Fase 3

Tabela 28: Resultado do Índice de confiança atingida da Fase 3.

$\eta$ : mediana de Fase 3

				<i>Confiança</i>
<i>Amostra</i>	<i>N</i>	<i>Mediana</i>	<i>IC para <math>\eta</math></i>	<i>Atingida</i>
<b>Fase 3</b>	6	12,799	(9,60504; 15,6445)	94,08%

Podemos afirmar com um grau de confiança de 94,1% que estatisticamente a mediana se encontra no intervalo de confiança (9,6; 15,5), para a Fase 3 (tabela 28).

### IC de Postos Sinalizados de Wilcoxon: Fase 5

Tabela 29: Resultado do Índice de confiança atingida da Fase 5.

$\eta$ : mediana de Fase 5

				<i>Confiança</i>
<i>Amostra</i>	<i>N</i>	<i>Mediana</i>	<i>IC para <math>\eta</math></i>	<i>Atingida</i>
<b>Fase 5</b>	6	43,676	(41,7072; 45,7780)	94,08%

Podemos afirmar com um grau de confiança de 94,1% que estatisticamente a mediana se encontra no intervalo de confiança (41,7; 45,8), para a Fase 3 (tabela 29).

### **Função Distribuição Acumulada – Fase 3**

**Normal com média = 12,93 e desvio padrão = 2,98**

Tabela 30: Função distribuição acumulada, Fase 3

$x$	$P(X \leq x)$
15	0,7564

Podemos afirmar com um grau de confiança de 95% que a probabilidade de obter valores inferiores a 15 minutos na paragem da Fase 3 é de 75,6% (tabela 30).

### **Função Distribuição Acumulada – Fase 5**

**Normal com média = 43,68 e desvio padrão = 1,87**

Tabela 31: Função distribuição acumulada, Fase 5.

$x$	$P(X \leq x)$
45	0,7599

Podemos afirmar com um grau de confiança de 95% que a probabilidade de obter valores inferiores a 45 minutos na paragem da Fase 5 é de 75,9% (tabela 31).

Baseado nas observações efetuadas, podemos concluir que os primeiros resultados já se encontram muito próximos dos objetivos estabelecidos pelo que será de todo importante dar continuidade a este trabalho e acompanhar as operações dando o apoio necessário na formação e treino das equipas de operadores.

página deixada intencionalmente em branco

## 8. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste Capítulo, são resumidas as principais conclusões do projeto e sugeridos trabalhos e melhorias para o futuro.

### 8.1 Conclusão

À medida que o projeto evoluía, foram surgindo dúvidas e as oportunidades pareciam nunca mais acabar. A resiliência foi a solução para continuar a superar os obstáculos... afinal, aproveitar oportunidades significa descobrir novos caminhos.

O desafio do projeto foi torná-lo o princípio de algo e não o seu fim. Por isso, observaram-se e acompanharam-se as constantes atividades e o envolvimento dos intervenientes no processo.

Agora pode-se afirmar que a solução para o problema estava com os que com ele lidam diariamente. O projeto provou que nem sempre é necessário consumir recursos e fazer investimentos para se atingirem resultados significativos com grande impacto na vida das organizações. O sucesso das organizações está cada vez mais ligado ao seu principal ativo – os seus colaboradores. O *Lean Management* também ensina a desenvolver massa crítica, a gerir as potencialidades de cada um e a intervir de forma pragmática nas boas práticas e na gestão diária da organização.

Constatou-se que o elevado tempo de mudança de artigo na LP7 tinha a sua origem na desorganização dos métodos de trabalho, na falta de coordenação, nas falhas de comunicação e na deficiente articulação dos meios envolventes. Estes foram, sem dúvida, os principais motivos para que não houvesse critério nas amplas janelas de tarefas de mudança abertas pelo planeamento da produção, para a amplificação de trabalhos sem qualquer valor acrescentado e para a realização de tarefas descontextualizadas e inatividades.

A solução implementada apoiou-se num modelo de trabalho organizado, um *standard work* que incrementou a produção em cerca de 14,2% correspondente a ganhos de 53.740 € mensais, aumentar o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) do equipamento em 12 pontos percentuais e reduzir o tempo de *setup* em 95,1% face ao estado inicial sem esforços acrescentados dos intervenientes e, praticamente sem investimentos.

Cumpra agora à organização potenciar as competências de cada um, de cada equipa e ajudá-los a fazer melhor aquilo que lhes compete diariamente. Na realidade, as organizações devem ter a

capacidade de envolver os melhores trabalhadores e as equipas. No entanto, o colaborador também deverá tomar consciência da sua responsabilidade pessoal como agente da mudança, i.e., como pessoa capaz de se gerir a si própria nos processos de mudança vividos na sua organização.

## 8.2 Melhorias e trabalhos futuros

Ao longo deste projeto implementaram-se ações com o intuito de melhorar e reduzir problemas detetados através de uma análise detalhada das situações críticas do processo nomeadamente, na tentativa de eliminação de problemas com impacto significativo nas tarefas de *setup*.

Desde o princípio do estudo, que um dos maiores problemas do processo resulta das poeiras resultantes da agitação do sulfato no TQ4. A agitação e o sistema de exaustão de partículas é deficitário resultando na deposição de partículas de pó que se dissipam por todo o equipamento. O sistema terá que ser melhorado a curto ou médio prazo.

O sulfato depositado na superfície dos *liners*, é libertado na zona dos tanques de *leaching* (água) depositando e acumulando as suas partículas no fundo do depósito. A acumulação de sulfato no fundo do primeiro tanque de *leaching*, TQ7.1, é tão grande que implica a paragem do equipamento de 12 em 12 horas para limpeza do tanque. Esta tarefa, também foi prevista durante as mudanças de artigo (considerada na Fase 3 do projeto). Para além do tempo despendido na limpeza do tanque TQ7.1, ainda há a considerar um consumo suplementar de 3.000 litros de água para reabastecer o tanque.

Para minorar este problema, o setor de manutenção desenvolveu um projeto de alteração do tanque TQ6 de *pré-leaching*, tal como descrito no Capítulo 6 deste trabalho. A incorporação de um sem-fim no tanque TQ6 de forma a proporcionar a retirada automática dos resíduos de sulfato do fundo do tanque, evitará a paragem do equipamento e a sua limpeza durante as mudanças de artigo. Solução que irá minimizar o problema a curto prazo. No entanto, o tanque terá ainda que ser ajustado, pois os jatos de água projetados para os *liners*, são demasiado fortes e danificam o revestimento antes da sua vulcanização.

Para além disso, outras melhorias estão em curso e têm por objetivo automatizar o enchimento e esvaziamento dos tanques de composto TQ2 e TQ3, facilitando assim as conexões e desconexões de mangueiras, limpeza de utensílios e evitando a utilização e manuseamento de bombas exteriores de trasfega dos compostos. Esta melhoria, proporcionará ganhos significativos ao converter estas operações em operações externas, minimizando ainda mais o tempo de paragem do equipamento.

A figura 127, ilustra as melhorias a efetuar a curto-médio prazo na LP7.

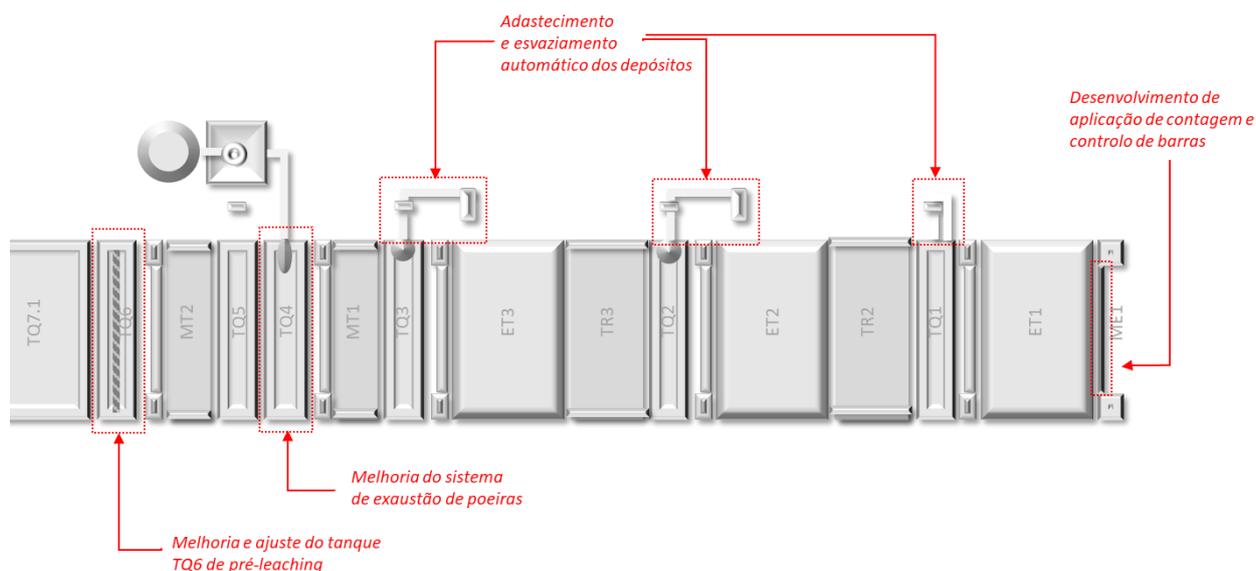


Figura 127: Melhorias a implementar a curto-médio prazo na LP7.

O desenvolvimento de uma aplicação que efetue a gestão e contagem das barras que chegam ao ME1 será outro dos meios importantes. Prevê-se que a aplicação possa facilitar o controlo das barras e fornecer indicação sobre quando e a posição em que será necessária efetuar a mudança de barras. Este meio libertará mão-de-obra reduzindo tarefas de controlo.

A introdução do sistema automático de enchimento e esvaziamento em todos os tanques e o funcionamento eficiente do TQ6 evitará a lavagem do tanque TQ7.1 e irá anular a necessidade atual da Fase 3 (15 minutos de interrupção). Um sistema mais eficiente de redução das poeiras e partículas de sulfato reduzirá as limpezas necessárias na Fase 5 com ganhos que se poderiam traduzir em mais de 50% no tempo de paragem do equipamento. Desta forma poderíamos obter um tempo de *setup* de 30 minutos.

A recolha de parâmetros e informação da produção deverá ser melhorada e adaptada às necessidades e realidade da organização. A informação e o registo fidedigno das Fases do processo permitirão ter um controlo absoluto das ações e ajudarão na tomada de decisões.

A estabilidade dos processos e as equipas deverão ser motivos de preocupação constante da gestão de topo. Fomentar essa estabilidade é potenciar a experiência, o desempenho e tornar as equipas mais produtivas.

Muito mais havia a dizer, a melhoria contínua nunca acaba e por isso fica aqui este projeto inacabado para que continuem a melhorar....

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Ansell Portugal - Industrial Gloves, Lda. (2013). *Declaração Ambiental 2013*. Vila Nova de Poiares.  
<http://www.ansell.com/en>
- Arezes, P., Dinis, J., & Alves, A. (2010). *Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments. 17th International Annual EurOMA Conference -Managing Operations in Service Economics*, 10.
- Badurdeen, A. (2007). *Lean Manufacturing Basis*. Acedido em: dez. 2017.  
Disponível em: <http://leanmanufacturingconcepts.com>
- Campble, J. e Reyes-Picknell, J. (2006). *Uptime: Strategies for Excellence in Maintenance Management*. Productivity Press.
- Carvalho, D. (2006). *Fundamentos da Dinâmica da Produção*. Universidade do Minho. Guimarães.
- Coughlan, P., e Coghlan, D. (2001). *Action research for operations management, (1995)*.  
<https://doi.org/10.1108/01443570210417515>
- Ferradás, P., e Salonitis, K. (2013). *Improving changeover time: A tailored SMED approach for welding cells*. *Procedia CIRP*, 7, 598-603. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.039>
- Glover, W., Farris, J., & Van Aken, E. (2015). *The relationship between continuous improvement and rapid improvement sustainability. International Journal of Production Research*, 53(13), 4068-4086.  
<https://doi.org/10.1080/00207543.2014.991841>
- Hall, R. (1983). *Zero Inventories. Homewood*. Down Jones-Irvin.
- Henry, J. (2012). *Achieving Lean Changeover: Putting SMED to Work*. Productivity Press.
- Hillier, F., e Lieberman, G. (2005). *Introduction to Operation Research*. Eighth Edition. Mc Graw Hill Higher Education. London.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the visual workplace: The sourcebook for 5S implementation*. Talbot, B., Trans. Productivity Press. New York.
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras*. Lidel. Lisboa. ISBN 978-972-757-646-3.
- Pinto, L. (2003). *Sistema de Gestão Visual aplicada ao TPM – Uma Abordagem Prática*. Trabalho de diploma referente ao curso de Engenharia de Produção – Universidade Federal de Itajubá.
- Kjell, B. (2004). *Maynard's Industrial Engineering Handbook*. Fifth Edition, McGraw-Hill Education.

- McIntosh, R. et. al. (1996). *An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance*. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 16, n° 9, pp. 5-22.
- McIntosh, R., Culley, S., Mileham, A., Owen, G., (2010). *A critical evaluation of Shingo's SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology*, 7543. <https://doi.org/10.1080/00207540050031823>
- McIntosh, R., Culley, S., Owen, G., & Mileham, A. (2001). *Improving Changeover Performance. A strategy for Becoming a Lean, Responsive Manufacturer*. Elsevier.
- McIntosh, R., Owen, G., Culley, S., & Mileham, A. (2007). *Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's*, 54(1), 98-111.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System – an integrated approach to Just-In-Time*. Institute of Industrial Engineers. Norcross. Georgia
- Oakland, J. (1999). *Total Organizational Excellence Achieving World-Class Performance*, ButterworthHeinemann, Oxford.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: beyond large-scale production*. Mass: Productivity Press Cambridge.
- Ortiz, C. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>
- Pedro C., Alves A. & Sousa, R. *Implementação da metodologia Quick Changeover numa linha de montagem final de auto-rádios: para além da técnica SMED*. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Produção e Sistemas.
- Pegels, C. (1984). *The Toyota Production System – Lessons for American Management*. International Journal of Operations & Production Management, 4(1), 3-11. <https://doi.org/10.1108/eb054703>
- Productivity Press Development Team. (1996). *Quick Changeover for Operators*. Portland, Oregon, Productivity Press.
- PWC. (2013). *Principais Desafios da Indústria em Portugal – 2013*. Uma abordagem coerente para a dinamização do sector, 197.
- Reik, M., McIntosh, R., Culley, S., Mileham, A., & Owen, G. (2006). *A formal design for changeover methodology*. Part 1: Theory and background. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering*, 1225-1235.
- Ricardo, P., e Fagundes, M. (2003). *Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso*.
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). *SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry*. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034-1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.110>

- Severson, D. (1988). *The SMED system for reducing changeover times: an exciting catalyst for companywide improvement and profits*. P&IM Review with APICS News, p.10.
- Shah, R., Chandrasekaran, A., & Linderman, K. (2008). *In pursuit of implementation patterns: the context of Lean and Six Sigma*, 7543. <https://doi.org/10.1080/00207540802230504>
- Shah, R. e Ward, P. (2003). *Lean Manufacturing: context, practice bundles, and performance*. Journal of Operations & Production Management, Volume 21, Issue 2, March 2003, pp 129-149.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: the SMED systems*. Portland, Oregon, Productivity Press.
- Shingo, S. (1996). *Quick Changeover for Operators Learning Package: Quick Changeover for Operators: The SMED System (ShopfloorSeries)*. Productivity Press.
- Shingo, S. (1996). *Sistemas de Produção com estoque zero: o sistema Shingo para Melhorias Contínuas*. Bookman.
- Shingo, S. (2000). *Sistema de Troca Rápida de Ferramentas – Uma Revolução nos sistemas produtivos*. Bookman.
- Shirose, K. (1992). *TPM for Workshop Leaders*. Taylor & Francis Group. New York.
- Sugai, M., McIntosh, R., & Novaski, O. (2007). *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso*. Gestão e Produção, 14(2), 323-335. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2007000200010>
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean – Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*.
- Thuramalla, S., Badurdeen, F. (2008). *Establishing rules to design a minicell-based manufacturing system for mass customisation*. International Journal of Agile Systems and Management, 3 (1-2), pp. 93-111.
- Womack, J. e Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. Simon & Schuster, New York NY.
- Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990). *The machine that changes the world*. Rawson Associates, New York.

página deixada intencionalmente em branco

## 10. ANEXOS

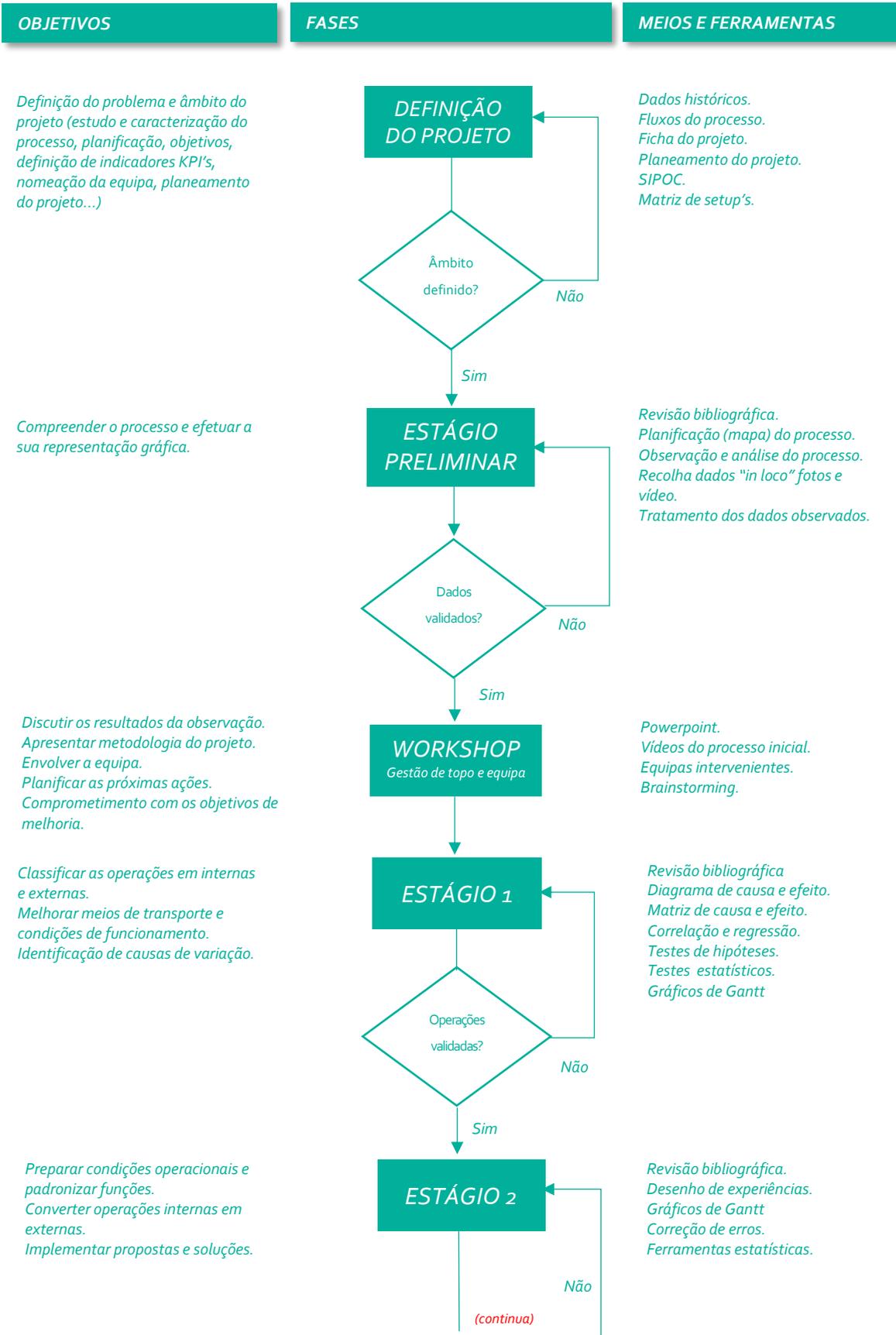
página deixada intencionalmente em branco

## ÍNDICE DE ANEXOS

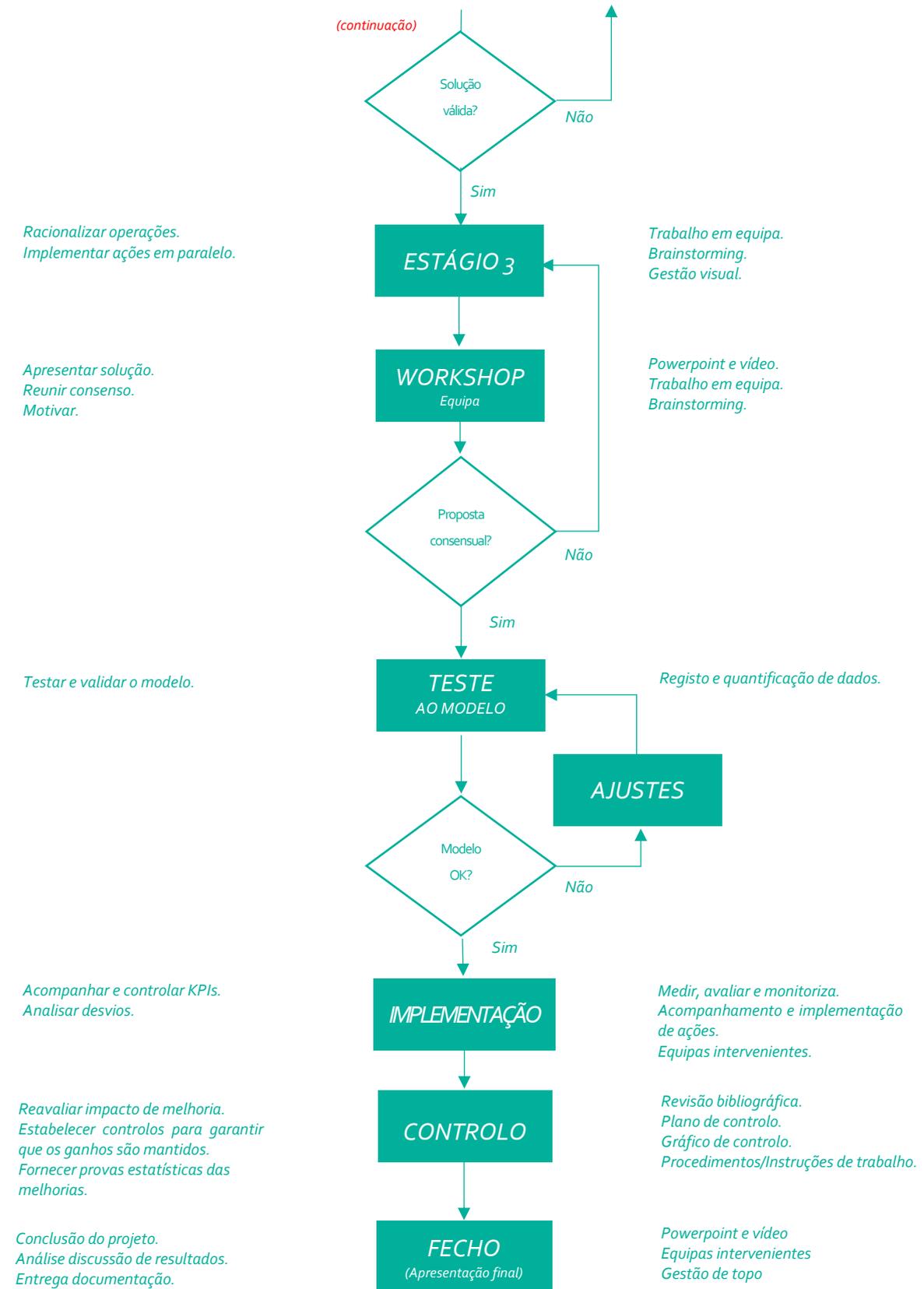
	pág.
Anexo 1: Fluxograma da metodologia.....	171
Anexo 2: Ficha do projeto .....	173
Anexo 3: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 1 ao minuto 346 .....	175
Anexo 4: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 346 ao minuto 613.....	176
Anexo 5: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 614 ao minuto 1025 .....	177
Anexo 6: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 1025 ao minuto 1393 .....	178
Anexo 7: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 1393 ao minuto 1842 .....	179
Anexo 8: Descrição, precedências e tempo de duração das tarefas no estado inicial.....	181
Anexo 9: Resumo das tarefas do estado inicial.....	182
Anexo 10: Estatísticas das tarefas automáticas .....	183
Anexo 11: Estatísticas das tarefas manuais.....	184
Anexo 12: Gantt do estado final – Fase 1.....	187
Anexo 13: Gantt do estado final – Fase 2.....	188
Anexo 14: Gantt do estado final – Fase 3.....	189
Anexo 15: Gantt do estado final – Fase 4.....	190
Anexo 16: Gantt do estado final – Fase 5.....	191
Anexo 17: Gantt do estado final – Fase 6.....	192
Anexo 18: Resultados do estado final do projeto .....	193

página deixada intencionalmente em branco

# Anexo 1: Fluxograma da metodologia



OBJETIVOS	FASES	MEIOS E FERRAMENTAS
-----------	-------	---------------------

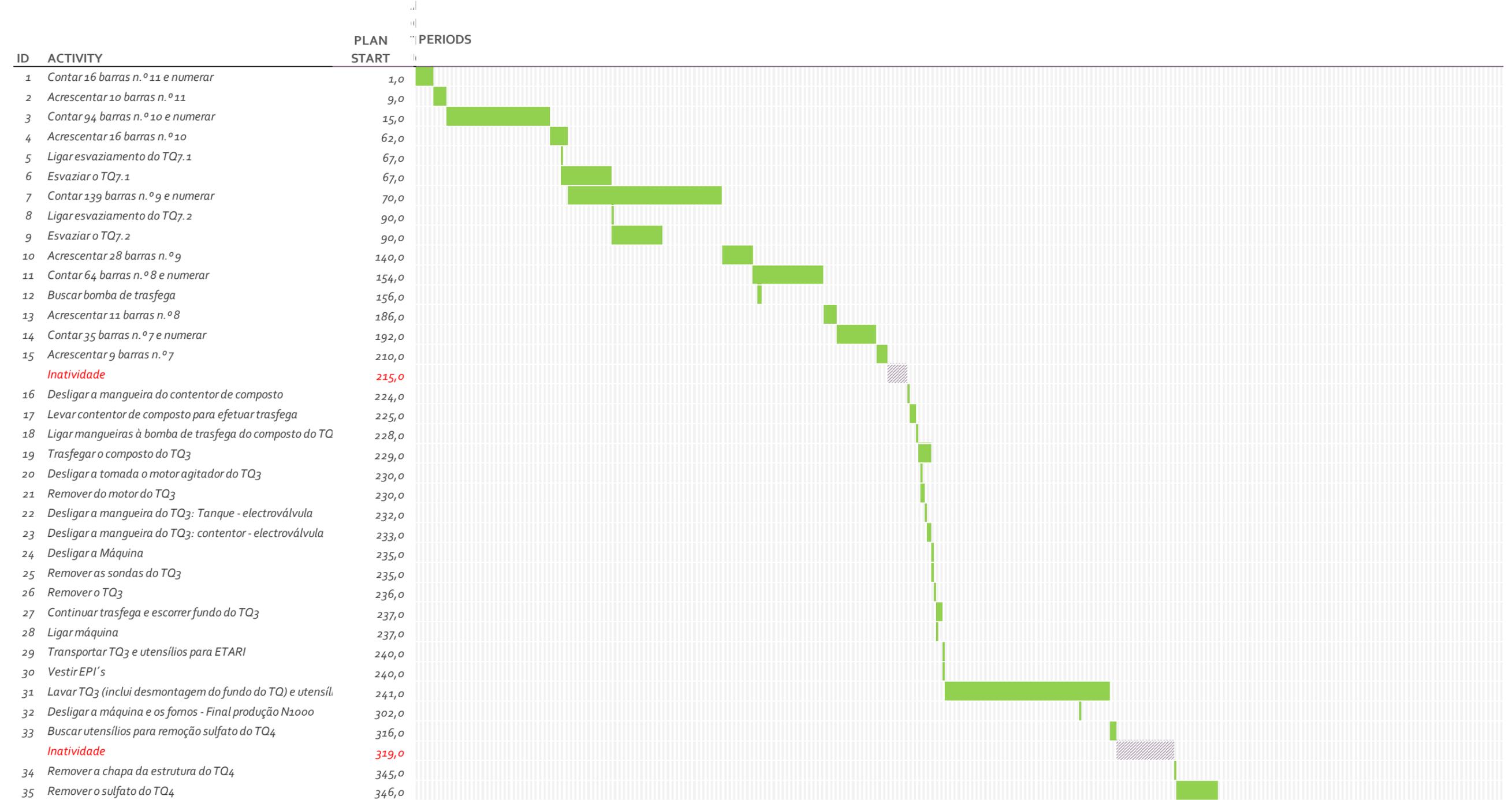


## Anexo 2: Ficha do projeto

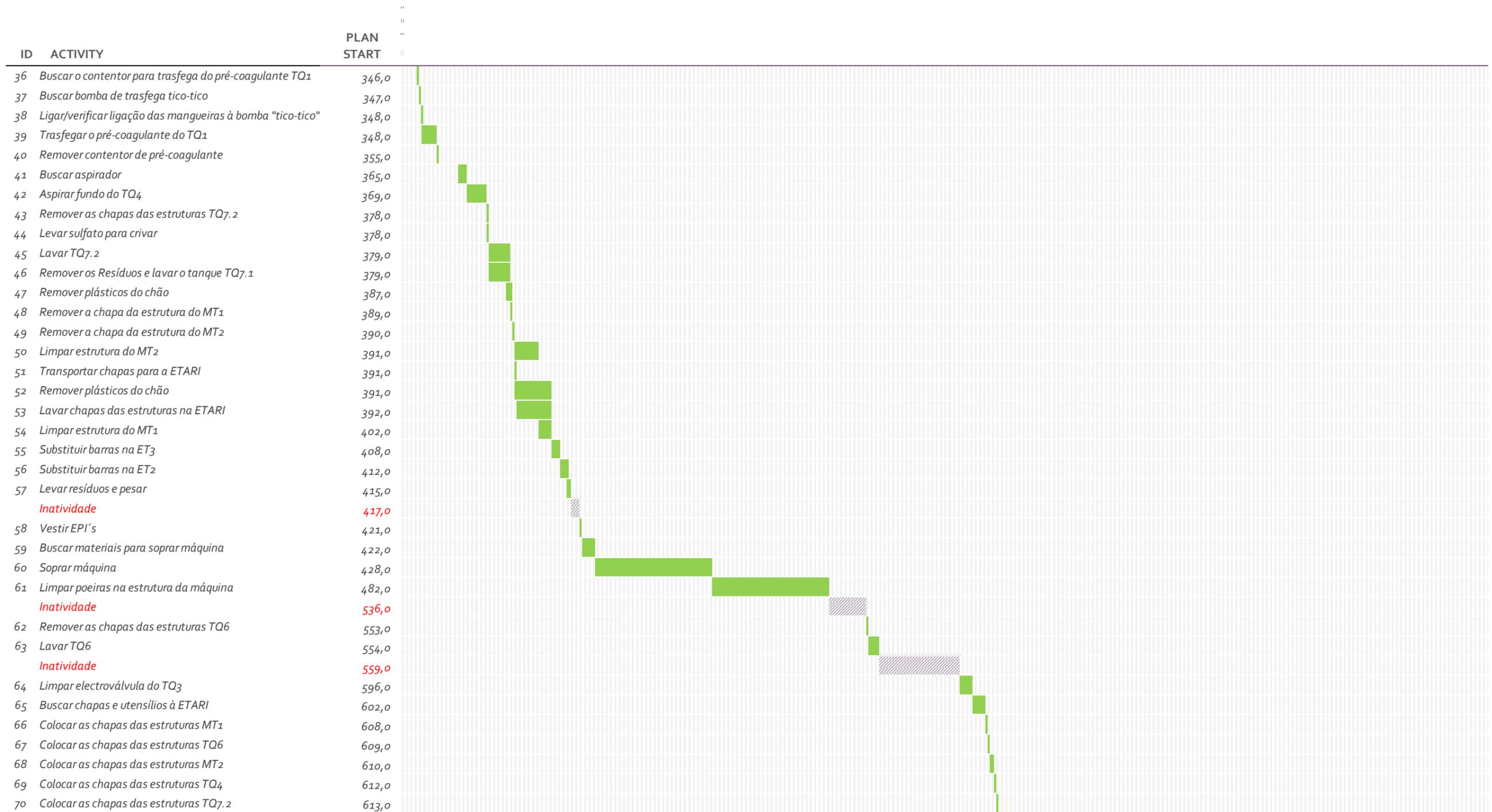
		FICHA DO PROJETO				
<b>Nome do projeto:</b>	<b>Redução do tempo de setup na linha de produção LP7</b>	<b>Data de início:</b>	<b>julho 2017</b>	<b>Data de fim:</b>	<b>maio 2018</b>	
<b>Líder de equipa/Co-leader do projeto:</b>	<b>Paulo Mónica/Eng.º João Bento</b>					
<b>Descrição do projeto:</b>	Pretende-se encontrar uma solução que reduza os tempos de setup do equipamento LP7 e cumpra os objetivos definidos, sendo que por definição o tempo de setup é o tempo de indisponibilidade do equipamento, o tempo de paragem necessário para a mudança de produção do artigo A para o artigo B.					
<b>Descrição do problema:</b>	Uma vez que o equipamento LP7 foi instalado recentemente ainda não existe histórico nem informação que permita avaliar o tempo necessário para as mudanças de artigo no equipamento. Presentemente, o planeamento abre uma janela de 24 horas para setup no entanto, estima-se que este tempo não deva ultrapassar 8 horas. À semelhança do trabalho efetuado em outros equipamentos, identificaram-se desde já potenciais de melhoria pelo que se torna imperativo diminuir a indisponibilidade do equipamento para fazer face ao cumprimento dos objetivos da organização.					
<b>Importância do problema:</b>	Abrir uma janela de capacidade de produção extra para aumentar a capacidade de produção.					
<b>Resultados:</b>	Standardizar as tarefas e procedimentos (Standard Work) de forma a criar um guia para auxílio da gestão e do planeamento da produção.					
<b>Objetivos/métricas:</b>	Tempo de setup = 5 horas; OEE - 63%; FPY (First Pass Yield) – 97% (manter)					
<b>Processo e seu responsável:</b>	O processo inicia-se com o calçamento manual dos liners nos moldes das barras. Seguidamente, a máquina inicia o ciclo de produção percorrendo as estações de acordo com a sequência pré-estabelecida para o artigo e o qual pode ser descrito da seguinte forma: pré-aquecimento dos liners, imersão em ácido (pré-coagulante), primeira estufa de secagem, imersão no primeiro tanque de composto (fluido químico à base de latex e pigmentos), segunda estufa de secagem, imersão no segundo tanque de composto, imersão em tanque de sulfato, imersão em tanque de água de pré-lavagem, estufa de secagem, forno para vulcanização e, finalmente, o descalçamento automático das luvas revestidas. O flowtime da linha de produção pode variar entre as 4,5 e as 5,5 horas.					
<b>Clientes chave:</b>	Lavandaria e cliente final					
<b>Expectativas:</b>	Qualquer alteração não pode comprometer a performance do artigo.					
<b>Marcos do projecto:</b>	<b>Definição</b>	<b>Estágio preliminar</b>	<b>Estágio 1</b>	<b>Estágio 2</b>	<b>Estágio 3</b>	<b>Controlo/ Fecho</b>
	jun17 – jul17	jul17 – set17	out17-nov17	nov17 – fev18	fev18 – mai18	abr18 – jun18 (1ªsem)
<b>Resultados financeiros esperados:</b>	44.400€/mensais (ao passar de 24 para 5 horas o tempo de setup)					
<b>Membros da equipa:</b>	Paulo Mónica; João Bento; José Coimbra; Jorge Lourenço; Ricardo Martins; Pedro Reis; António Lopes; Bruno Ribeiro; Jorge Rodrigues; João Lourenço; Marco Rodrigues; João Marta; Eduardo Vicente; Artur Ralha; Nelson Simões.					
<b>Avaliação do risco:</b>	Prolongamento do prazo na fase de medição por necessidade ou por alterações no planeamento da produção.					
<b>Preparado por:</b>	Paulo Mónica		<b>Revisão:</b>	Agosto 2017		

página deixada intencionalmente em branco

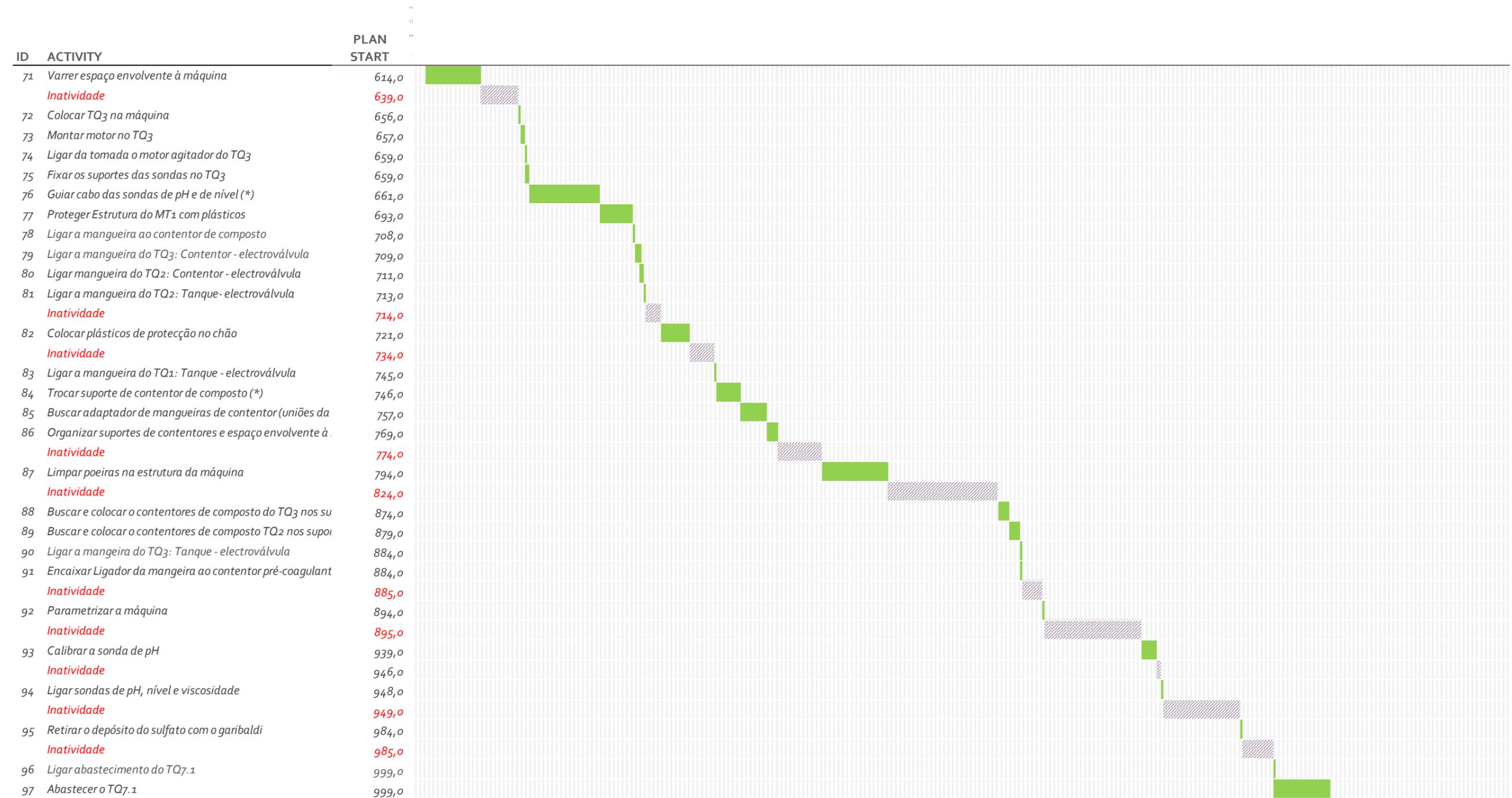
### Anexo 3: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 1 ao minuto 346



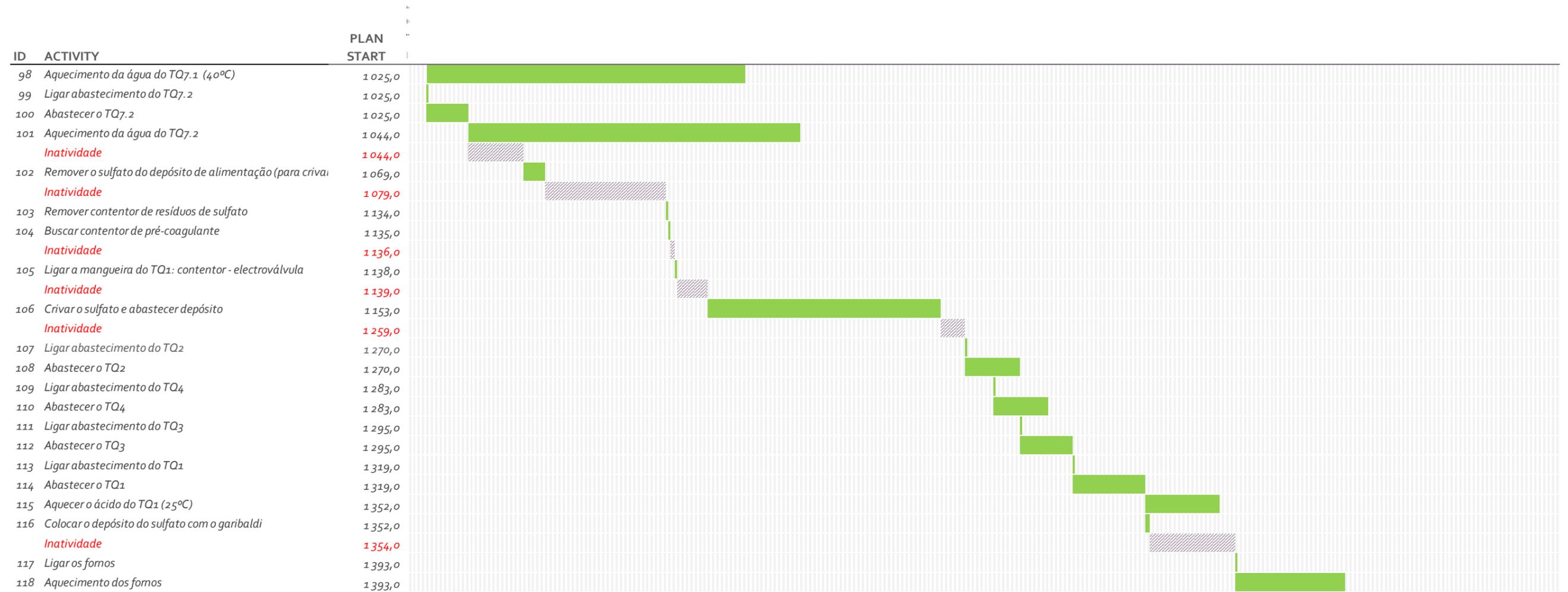
#### Anexo 4: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 346 ao minuto 613



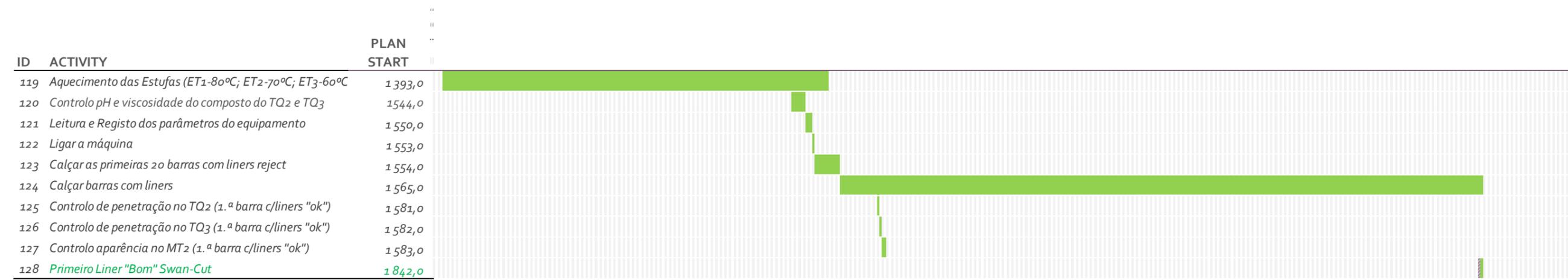
## Anexo 5: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 614 ao minuto 1025



Anexo 6: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 1025 ao minuto 1393



Anexo 7: Gantt do estado inicial – tarefas e precedências do minuto 1393 ao minuto 1842



página deixada intencionalmente em branco

## Anexo 8: Descrição, precedências e tempo de duração das tarefas no estado inicial

ID	ACTIVITY	PLAN START	PLAN DURATION	ID	ACTIVITY	PLAN START	PLAN DURATION
1	Contar 16 barras n.º 11 e numerar	1,0	8,0	71	Varrer espaço envolvente à máquina	614,0	25,0
2	Acrescentar 10 barras n.º 11	9,0	6,0		Inatividade	639,0	17,0
3	Contar 94 barras n.º 10 e numerar	15,0	47,0	72	Colocar TQ3 na máquina	656,0	1,0
4	Acrescentar 16 barras n.º 10	62,0	8,0	73	Montar motor no TQ3	657,0	2,0
5	Ligar esvaziamento do TQ7.1	67,0	0,1	74	Ligar da tomada o motor agitador do TQ3	659,0	0,1
6	Esvaziar o TQ7.1	67,0	23,0	75	Fixar os suportes das sondas no TQ3	659,0	2,0
7	Contar 139 barras n.º 9 e numerar	70,0	70,0	76	Guiar cabo das sondas de pH e de nível (*)	661,0	32,0
8	Ligar esvaziamento do TQ7.2	90,0	0,1	77	Proteger Estrutura do MT1 com plásticos	693,0	15,0
9	Esvaziar o TQ7.2	90,0	23,0	78	Ligar a mangueira ao contentor de composto	708,0	1,0
10	Acrescentar 28 barras n.º 9	140,0	14,0	79	Ligar a mangueira do TQ3: Contentor - electroválvula	709,0	3,0
11	Contar 64 barras n.º 8 e numerar	154,0	32,0	80	Ligar mangueira do TQ2: Contentor - electroválvula	711,0	2,0
12	Buscar bomba de trasfega	156,0	2,0	81	Ligar a mangueira do TQ2: Tanque - electroválvula	713,0	1,0
13	Acrescentar 11 barras n.º 8	186,0	6,0		Inatividade	714,0	7,0
14	Contar 35 barras n.º 7 e numerar	192,0	18,0	82	Colocar plásticos de protecção no chão	721,0	13,0
15	Acrescentar 9 barras n.º 7	210,0	5,0		Inatividade	734,0	11,0
	Inatividade	215,0	9,0	83	Ligar a mangueira do TQ2: Tanque - electroválvula	745,0	1,0
16	Desligar a mangueira do contentor de composto	224,0	1,0	84	Trocar suporte de contentor de composto (*)	746,0	11,0
17	Levar contentor de composto para efetuar trasfega	225,0	3,0	85	Buscar adaptador de mangueiras de contentor (uniões da	757,0	12,0
18	Ligar mangueiras à bomba de trasfega do composto do TQ	228,0	1,0	86	Organizar suportes de contentores e espaço envolvente à	769,0	5,0
19	Trasfegar o composto do TQ3	229,0	6,0		Inatividade	774,0	20,0
20	Desligar a tomada o motor agitador do TQ3	230,0	0,1	87	Limpar poeiras na estrutura da máquina	794,0	30,0
21	Remover do motor do TQ3	230,0	2,0		Inatividade	824,0	50,0
22	Desligar a mangueira do TQ3: Tanque - electroválvula	232,0	1,0	88	Buscar e colocar o contentores de composto do TQ3 nos su	874,0	5,0
23	Desligar a mangueira do TQ3: contentor - electroválvula	233,0	2,0	89	Buscar e colocar o contentores de composto TQ2 nos supoi	879,0	5,0
24	Desligar a Máquina	235,0	0,1	90	Ligar a mangueira do TQ3: Tanque - electroválvula	884,0	1,0
25	Remover as sondas do TQ3	235,0	1,0	91	Encaxilar Ligador da mangueira ao contentor pré-coagulant	884,0	1,0
26	Remover o TQ3	236,0	1,0		Inatividade	885,0	9,0
27	Continuar trasfega e escorrer fundo do TQ3	237,0	3,0	92	Parametrizar a máquina	894,0	1,0
28	Ligar máquina	237,0	0,1		Inatividade	895,0	44,0
29	Transportar TQ3 e utensílios para ETARI	240,0	1,0	93	Calibrar a sonda de pH	939,0	7,0
30	Vestir EPI's	240,0	1,0		Inatividade	946,0	2,0
31	Lavar TQ3 (inclui desmontagem do fundo do TQ) e utensíli	241,0	75,0	94	Ligar sondas de pH, nível e viscosidade	948,0	1,0
32	Desligar a máquina e os fornos - Final produção N1000	302,0	0,5		Inatividade	949,0	35,0
33	Buscar utensílios para remoção sulfato do TQ4	316,0	3,0	95	Retirar o depósito do sulfato com o garibaldi	984,0	1,0
	Inatividade	319,0	26,0		Inatividade	985,0	14,0
34	Remover a chapa da estrutura do TQ4	345,0	1,0	96	Ligar abastecimento do TQ7.1	999,0	0,1
35	Remover o sulfato do TQ4	346,0	19,0	97	Abastecer o TQ7.1	999,0	26,0
36	Buscar o contentor para trasfega do pré-coagulante TQ1	346,0	1,0	98	Aquecimento da água do TQ7.1 (40°C)	1 025,0	145,0
37	Buscar bomba de trasfega tico-tico	347,0	1,0	99	Ligar abastecimento do TQ7.2	1 025,0	0,1
38	Ligar/verificar ligação das mangueiras à bomba "tico-tico"	348,0	1,0	100	Abastecer o TQ7.2	1 025,0	19,0
39	Trasfegar o pré-coagulante do TQ1	348,0	7,0	101	Aquecimento da água do TQ7.2	1 044,0	151,0
40	Remover contentor de pré-coagulante	355,0	1,0		Inatividade	1 044,0	25,0
41	Buscar aspirador	365,0	4,0	102	Remover o sulfato do depósito de alimentação (para criva	1 069,0	10,0
42	Aspirar fundo do TQ4	369,0	9,0		Inatividade	1 079,0	55,0
43	Remover as chapas das estruturas TQ7.2	378,0	1,0	103	Remover contentor de resíduos de sulfato	1 134,0	1,0
44	Levar sulfato para crivar	378,0	1,0	104	Buscar contentor de pré-coagulante	1 135,0	1,0
45	Lavar TQ7.2	379,0	10,0		Inatividade	1 136,0	2,0
46	Remover os Resíduos e lavar o tanque TQ7.1	379,0	10,0	105	Ligar a mangueira do TQ1: contentor - electroválvula	1 138,0	1,0
47	Remover plásticos do chão	387,0	3,0		Inatividade	1 139,0	14,0
48	Remover a chapa da estrutura do MT1	389,0	1,0	106	Crivar o sulfato e abastecer depósito	1 153,0	106,0
49	Remover a chapa da estrutura do MT2	390,0	1,0		Inatividade	1 259,0	11,0
50	Limpar estrutura do MT2	391,0	11,0	107	Ligar abastecimento do TQ2	1 270,0	0,1
51	Transportar chapas para a ETARI	391,0	1,0	108	Abastecer o TQ2	1 270,0	25,0
52	Remover plásticos do chão	391,0	17,0	109	Ligar abastecimento do TQ4	1 283,0	0,1
53	Lavar chapas das estruturas na ETARI	392,0	16,0	110	Abastecer o TQ4	1 283,0	25,0
54	Limpar estrutura do MT1	402,0	6,0	111	Ligar abastecimento do TQ3	1 295,0	0,1
55	Substituir barras na ET3	408,0	4,0	112	Abastecer o TQ3	1 295,0	24,0
56	Substituir barras na ET2	412,0	4,0	113	Ligar abastecimento do TQ1	1 319,0	0,1
57	Levar resíduos e pesar	415,0	2,0	114	Abastecer o TQ1	1 319,0	33,0
	Inatividade	417,0	4,0	115	Aquecer o ácido do TQ1 (25°C)	1 352,0	34,0
58	Vestir EPI's	421,0	1,0	116	Colocar o depósito do sulfato com o garibaldi	1 352,0	2,0
59	Buscar materiais para soprar máquina	422,0	6,0		Inatividade	1 354,0	39,0
60	Soprar máquina	428,0	54,0	117	Ligar os fornos	1 393,0	1,0
61	Limpar poeiras na estrutura da máquina	482,0	54,0		Inatividade	1 393,0	50,0
	Inatividade	536,0	17,0	119	Aquecimento das Estufas (ET1-80°C; ET2-70°C; ET3-60°C	1 393,0	167,0
62	Remover as chapas das estruturas TQ6	553,0	1,0	120	Controlo pH e viscosidade do composto do TQ2 e TQ3	1544,0	6,0
63	Lavar TQ6	554,0	5,0		Inatividade	1 550,0	3,0
	Inatividade	559,0	37,0	121	Leitura e Registo dos parâmetros do equipamento	1 553,0	1,0
64	Limpar electroválvula do TQ3	596,0	6,0	122	Ligar a máquina	1 554,0	11,0
65	Buscar chapas e utensílios à ETARI	602,0	6,0	124	Calçar barras com liners	1 565,0	278,0
66	Colocar as chapas das estruturas MT1	608,0	1,0	125	Controlo de penetração no TQ2 (1.ª barra c/liners "ok")	1 581,0	1,0
67	Colocar as chapas das estruturas TQ6	609,0	1,0	126	Controlo de penetração no TQ3 (1.ª barra c/liners "ok")	1 582,0	1,0
68	Colocar as chapas das estruturas MT2	610,0	2,0	127	Controlo aparência no MT2 (1.ª barra c/liners "ok")	1 583,0	2,0
69	Colocar as chapas das estruturas TQ4	612,0	1,0		Inatividade	1 842,0	0,0
70	Colocar as chapas das estruturas TQ7.2	613,0	1,0				

## Anexo 9: Resumo das tarefas do estado inicial

	tempo em m	tempo h:m:s
<b>Tempo total das tarefas</b>	<b>1 937,7</b>	<b>32:17:42</b>
<b>ANÁLISE TAREFAS</b>		
<i>Classificação das tarefas em relação às máquina</i>		
<b>Parada</b>	<b>1 288,8</b>	<b>21:28:48</b>
<b>Em funcionamento</b>	<b>648,9</b>	<b>10:48:54</b>
<i>Classificação das tarefas</i>		
<b>Operação</b>	<b>1 666,7</b>	<b>27:46:42</b>
<b>Movimento</b>	<b>76,0</b>	<b>1:16:00</b>
<b>Controlo</b>	<b>195,0</b>	<b>3:15:00</b>
<i>Classificação das Operações</i>		
<b>Remoção e montagem de moldes</b>	<b>47,0</b>	<b>0:47:00</b>
<b>Mudança de fluidos e alterações de temperatura</b>	<b>896,0</b>	<b>14:56:00</b>
<b>Limpezas</b>	<b>359,0</b>	<b>5:59:00</b>
<b>Ligações e desligações</b>	<b>18,2</b>	<b>0:18:12</b>
<b>Montagens e desmontagens</b>	<b>53,0</b>	<b>0:53:00</b>
<b>Comando e Parametrizações</b>	<b>4,5</b>	<b>0:04:30</b>
<b>Alimentação da máquina</b>	<b>289,0</b>	<b>4:49:00</b>
<i>Variabilidade da tarefa</i>		
<b>Variável</b>	<b>222,0</b>	<b>3:42:00</b>
<b>Invariável</b>	<b>1 667,7</b>	<b>27:47:42</b>
<b>Inadequada</b>	<b>48,0</b>	<b>0:48:00</b>
<i>Tipo da tarefa (aut./manual)</i>		
<b>Manual</b>	<b>1 192,7</b>	<b>19:52:42</b>
<b>Automática</b>	<b>745,0</b>	<b>12:25:00</b>
<i>Nível de risco</i>		
<b>Sem risco</b>	<b>1 922,6</b>	<b>32:02:36</b>
<b>Médio tolerável</b>	<b>4,0</b>	<b>0:04:00</b>
<b>Elevado</b>	<b>11,1</b>	<b>0:11:06</b>
<i>Número de operadores</i>		
<b>Nenhum</b>	<b>745,0</b>	<b>12:25:00</b>
†	<b>608,7</b>	<b>10:08:42</b>
† †	<b>241,0</b>	<b>4:01:00</b>
† † †	<b>343,0</b>	<b>5:43:00</b>
<i>Tempo total da observação</i>		
<b>Tempo total da observação</b>	<b>1 842,0</b>	<b>30:42:00</b>
<i>Tempo total das operações</i>		
<b>Tempo total das operações</b>	<b>1 394,0</b>	<b>23:14:00</b>
<i>Tempo total das inatividades</i>		
<b>Tempo total das inatividades</b>	<b>448,0</b>	<b>7:28:00</b>
<i>Somatório do tempo total das tarefas</i>		
<b>Somatório do tempo total das tarefas</b>	<b>1 937,7</b>	<b>32:17:42</b>
<b>Somatório do tempo total das tarefas síncronas (paralelo)</b>	<b>95,7</b>	<b>1:35:42</b>
<b>Somatório do tempo total das tarefas assíncronas</b>	<b>1 842,0</b>	<b>30:42:00</b>
<i>Tempo de Setup</i>		
<b>Tempo de Setup</b>	<b>1 253,5</b>	<b>20:53:30</b>
<i>Tempo de Changeover</i>		
<b>Tempo de Changeover</b>	<b>1 541,5</b>	<b>25:41:30</b>

## Anexo 10: Estatísticas das tarefas automáticas

### Estatísticas descritivas (valores em minutos)

<i>Variável</i>	<i>Média</i>	<i>EP Média</i>	<i>DesvPad</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Q1</i>	<i>Mediana</i>	<i>Q3</i>	<i>Máximo</i>
Abastecer o TQ1	<b>25,54</b>	3,47	10,98	12,00	12,00	30,50	33,00	42,20
Aquecer o ácido do TQ1	<b>31,71</b>	1,39	4,41	21,00	30,25	33,00	34,25	36,10
Abastecer o TQ2	<b>21,12</b>	0,85	2,67	15,00	20,38	21,00	23,18	25,00
Abastecer o TQ3	<b>25,36</b>	1,79	5,65	20,10	23,75	24,00	24,50	41,00
Abastecer o TQ4	<b>12,40</b>	1,51	4,79	6,00	11,00	12,00	12,00	25,00
Esvaziar o TQ7.1	<b>21,60</b>	0,31	0,97	20,00	21,00	21,50	22,25	23,00
Abastecer o TQ7.1	<b>26,65</b>	0,69	2,19	23,00	25,75	26,00	29,13	30,00
Aquecimento da água do TQ7.1	<b>157,10</b>	3,41	10,80	135,00	147,25	160,00	165,00	168,00
Esvaziar o TQ7.2	<b>24,30</b>	0,70	2,21	23,00	23,00	23,00	26,25	29,00
Abastecer o TQ7.2	<b>20,85</b>	0,63	2,00	19,00	19,00	21,00	21,88	25,00
Aquecimento da água do TQ7.2	<b>100,90</b>	4,07	12,87	72,00	98,00	102,00	105,25	125,00
Aquecimento dos fornos	<b>64,00</b>	2,76	8,72	50,00	55,75	64,00	72,25	78,00
Aquecimento das Estufas	<b>159,60</b>	3,89	12,30	132,00	153,25	162,50	167,00	175,00

### Intervalos de confiança (valores em minutos)

<i>Amostra</i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>DesvPad</i>	<i>EP Média</i>	<i>IC de 95% para <math>\mu</math></i>
Abastecer o TQ1	10	25,54	10,98	3,47	<b>(17,69; 33,39)</b>
Aquecer o ácido do TQ1	10	31,71	4,41	1,39	<b>(28,56; 34,86)</b>
Abastecer o TQ2	10	21,12	2,67	0,85	<b>(19,21; 23,03)</b>
Abastecer o TQ3	10	25,36	5,65	1,79	<b>(21,32; 29,40)</b>
Abastecer o TQ4	10	12,40	4,79	1,51	<b>(8,97; 15,83)</b>
Esvaziar o TQ7.1	10	21,60	0,97	0,31	<b>(20,91; 22,29)</b>
Abastecer o TQ7.1	10	26,65	2,19	0,69	<b>(25,09; 28,21)</b>
Aquecimento da água do TQ7.1	10	157,10	10,80	3,41	<b>(149,38; 164,82)</b>
Esvaziar o TQ7.2	10	24,30	2,21	0,70	<b>(22,72; 25,88)</b>
Abastecer o TQ7.2	10	20,85	2,00	0,63	<b>(19,42; 22,28)</b>
Aquecimento da água do TQ7.2	10	100,90	12,87	4,07	<b>(91,69; 110,11)</b>
Aquecimento dos fornos	10	64,00	8,72	2,76	<b>(57,76; 70,24)</b>
Aquecimento das Estufas	10	159,60	12,30	3,89	<b>(150,80; 168,40)</b>

$\mu$ : média

## Anexo 11: Estatísticas das tarefas manuais

### Estatísticas Descritivas tarefas manuais (valores em minutos)

<i>Variável – F<sub>3</sub></i>	<i>Média</i>	<i>EPMédia</i>	<i>DesvPad</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Q<sub>1</sub></i>	<i>Mediana</i>	<i>Q<sub>3</sub></i>	<i>Máximo</i>
Remover os resíduos e lavar TQ7.1	<b>10,20</b>	0,94	2,99	7,50	8,28	10,00	10,63	18,00
Remover as sondas do TQ3	<b>0,78</b>	0,05	0,15	0,50	0,67	0,80	0,85	1,00
Desligar a tomada o motor TQ3	<b>0,22</b>	0,02	0,07	0,11	0,16	0,21	0,28	0,34
Desligar a mangueira do TQ3: c-e	<b>0,59</b>	0,05	0,16	0,36	0,47	0,58	0,78	0,83
Desligar a mangueira do TQ3: t-e	<b>0,75</b>	0,06	0,19	0,50	0,60	0,70	1,00	1,00
Trasfegar o composto do TQ3	<b>10,30</b>	0,72	2,29	6,00	8,75	10,10	12,40	13,00
Remover o TQ3	<b>0,53</b>	0,06	0,19	0,30	0,40	0,50	0,60	1,00
Trasfegar o pré-coagulante do TQ1	<b>6,33</b>	0,23	0,74	4,90	5,75	6,75	6,93	7,00
Ligar a mangueira do TQ1: c-e	<b>0,77</b>	0,03	0,11	0,60	0,70	0,80	0,80	1,00
Lavar TQ7.2	<b>4,36</b>	0,63	2,00	3,30	3,48	3,85	4,00	10,00
Ligar mangueira do TQ2: c-e	<b>0,93</b>	0,08	0,25	0,50	0,70	0,90	1,16	1,28
Ligar a mangueira do TQ2: t-e	<b>0,91</b>	0,05	0,17	0,60	0,75	0,96	1,01	1,18
Substituir barras na ET2	<b>2,26</b>	0,19	0,59	1,80	1,80	1,95	2,80	3,50
Substituir barras na ET3	<b>2,36</b>	0,16	0,51	1,80	1,98	2,30	2,58	3,50
Ligar máquina	<b>0,18</b>	0,02	0,05	0,11	0,13	0,18	0,21	0,26

### Estatísticas Descritivas tarefas manuais (valores em minutos)

<i>Variável – F<sub>4</sub></i>	<i>Média</i>	<i>EPMédia</i>	<i>DesvPad</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Q<sub>1</sub></i>	<i>Mediana</i>	<i>Q<sub>3</sub></i>	<i>Máximo</i>
Remover do motor do TQ3	<b>2,22</b>	0,30	0,94	1,08	1,50	2,00	2,87	4,00
Transportar o TQ3 para ETARI	<b>2,01</b>	0,05	0,17	1,77	1,83	2,01	2,18	2,23
Lavar TQ3	<b>38,89</b>	3,79	12,00	20,29	30,47	38,77	47,94	58,49
Ligar mang. Composto TQ3	<b>0,89</b>	0,02	0,07	0,83	0,83	0,88	0,94	1,00
Ligar abast TQ7.1	<b>0,14</b>	0,01	0,02	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
Ligar abast TQ7.2	<b>0,14</b>	0,01	0,02	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17
Ligar abast. TQ1	<b>0,13</b>	0,01	0,02	0,10	0,12	0,13	0,14	0,17
Ligar abast TQ2	<b>0,14</b>	0,01	0,02	0,10	0,13	0,14	0,15	0,17
Ligar abast. TQ4	<b>0,13</b>	0,01	0,02	0,09	0,11	0,14	0,15	0,16
Bustar TQ3 à ETARI	<b>2,01</b>	0,19	0,60	1,04	1,32	2,19	2,51	2,73
Montar motor TQ3	<b>3,00</b>	0,25	0,80	1,78	2,42	2,82	3,83	4,12
Calibrar sondas	<b>5,00</b>	0,25	0,79	4,08	4,63	4,79	5,11	7,00
Ajustar temp. Fornos	<b>0,16</b>	0,00	0,01	0,14	0,14	0,15	0,16	0,18
Ajustar temp. estufas	<b>0,16</b>	0,01	0,02	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20
Desligar máquina	<b>0,17</b>	0,01	0,02	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20

## Estatísticas Descritivas tarefas manuais (valores em minutos)

Variável – F5	Média	EP Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Aspirar máquina	39,16	5,07	16,04	6,21	28,98	39,61	55,788	56,60
Limpar electroválvula do TQ3	8,30	1,26	3,97	5,00	6,00	6,00	12,000	17,00
Limpar Stoppers e sensores	26,56	2,67	8,46	12,15	19,46	26,92	34,153	37,89
Proteger TR3 com plásticos	10,30	0,58	1,83	8,00	8,75	10,00	12,250	13,00
Colocar TQ3 na máquina	0,35	0,02	0,06	0,30	0,33	0,33	0,379	0,50
Ligar mang. TQ3: c-e	0,91	0,02	0,06	0,83	0,83	0,92	0,937	1,00
Ligar mang TQ3: t-e	1,77	0,09	0,30	1,50	1,56	1,67	1,875	2,50
Ligar Tomada Motor TQ3	0,17	0,03	0,08	0,05	0,13	0,15	0,215	0,35
Fixar os suportes das sondas TQ3	2,15	0,04	0,14	1,92	2,02	2,17	2,250	2,40
Ligar sondas de pH, nível e viscos.	1,66	0,09	0,28	1,00	1,56	1,67	1,813	2,00
Ligar abastecimento do TQ3	0,13	0,01	0,03	0,08	0,11	0,14	0,160	0,18
Parametrizar a máquina	2,14	0,38	1,20	1,00	1,50	1,71	2,375	4,70
Controlo pH e viscosid TQ2 e TQ3	7,21	0,67	2,13	3,57	5,78	7,01	8,776	10,44
Ligar a máquina	0,16	0,01	0,02	0,13	0,13	0,16	0,178	0,19

## Intervalos de confiança (valores em minutos)

Amostra – F3	N	Média	DesvPad	EP Média	IC de 95% para $\mu$
Remover os Resíduos e lavar o TQ7.1	10	10,20	2,99	0,94	(8,06; 12,34)
Remover as sondas do TQ3	10	0,78	0,15	0,05	(0,67; 0,89)
Desligar a tomada o motor TQ3	10	0,22	0,07	0,02	(0,17; 0,27)
Desligar a mangueira do TQ3: c-e	10	0,59	0,16	0,05	(0,48; 0,71)
Desligar a mangueira do TQ3: t-e	10	0,75	0,19	0,06	(0,61; 0,89)
Trasfegar o composto do TQ3	10	10,30	2,29	0,72	(8,66; 11,94)
Remover o TQ3	10	0,53	0,19	0,06	(0,39; 0,67)
Trasfegar o pré-coagulante do TQ1	10	6,33	0,74	0,23	(5,80; 6,86)
Ligar a mangueira do TQ1: c-e	10	0,77	0,11	0,03	(0,69; 0,85)
Lavar TQ7.2	10	4,36	2,00	0,63	(2,93; 5,79)
Ligar mangueira do TQ2: c-e	10	0,93	0,25	0,08	(0,75; 1,11)
Ligar a mangueira do TQ2: t-e	10	0,91	0,17	0,05	(0,78; 1,03)
Substituir barras na ET2	10	2,26	0,59	0,19	(1,84; 2,68)
Substituir barras na ET3	10	2,36	0,51	0,16	(2,00; 2,72)
Ligar máquina	10	0,18	0,05	0,02	(0,14; 0,21)

$\mu$ : média

### Intervalos de confiança (valores em minutos)

<i>Amostra – F<sub>4</sub></i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>DesvPad</i>	<i>EP Média</i>	<i>IC de 95% para <math>\mu</math></i>
Remover do motor do TQ3	10	2,22	0,94	0,30	(1,54; 2,89)
Transportar o TQ3 para ETARI	10	2,01	0,17	0,05	(1,89; 2,13)
Lavar TQ3	10	38,89	12,00	3,79	(30,31; 47,47)
Ligar mang. Composto TQ3	10	0,89	0,07	0,02	(0,84; 0,94)
Ligar abast TQ7.1	10	0,14	0,02	0,01	(0,12; 0,15)
Ligar abast TQ7.2	10	0,14	0,02	0,01	(0,12; 0,15)
Ligar abast. TQ1	10	0,13	0,02	0,01	(0,12; 0,15)
Ligar abast TQ2	10	0,14	0,02	0,01	(0,12; 0,15)
Ligar abast. TQ4	10	0,13	0,02	0,01	(0,11; 0,15)
Bustar TQ3 à ETARI	10	2,01	0,60	0,19	(1,58; 2,43)
Montar motor TQ3	10	3,00	0,80	0,25	(2,43; 3,57)
Calibrar sondas	10	5,00	0,79	0,25	(4,44; 5,57)
Ajustar temp. Fornos	10	0,16	0,01	0,00	(0,15; 0,16)
Ajustar temp. estufas	10	0,16	0,02	0,01	(0,14; 0,18)
Desligar máquina	10	0,17	0,02	0,01	(0,16; 0,18)

$\mu$ : média

### Intervalos de confiança (valores em minutos)

<i>Amostra – F<sub>5</sub></i>	<i>N</i>	<i>Média</i>	<i>DesvPad</i>	<i>EP Média</i>	<i>IC de 95% para <math>\mu</math></i>
Aspirar máquina	10	39,16	16,04	5,07	(27,68; 50,63)
Limpar electroválvula do TQ3	10	8,30	3,97	1,26	(5,46; 11,14)
Limpar Stoppers e sensores	10	26,56	8,46	2,67	(20,51; 32,61)
Proteger TR <sub>3</sub> com plásticos	10	10,30	1,83	0,58	(8,99; 11,61)
Colocar TQ3 na máquina	10	0,35	0,06	0,02	(0,31; 0,40)
Ligar mang. TQ3: c-e	10	0,91	0,06	0,02	(0,86; 0,95)
Ligar mang TQ3: t-e	10	1,77	0,30	0,09	(1,55; 1,98)
Ligar Tomada Motor TQ3	10	0,17	0,08	0,03	(0,11; 0,23)
Fixar os suportes das sondas TQ3	10	2,15	0,14	0,04	(2,05; 2,25)
Ligar sondas de pH, nível e viscos.	10	1,66	0,28	0,09	(1,46; 1,86)
Ligar abastecimento do TQ3	10	0,13	0,03	0,01	(0,11; 0,16)
Parametrizar a máquina	10	2,14	1,20	0,38	(1,28; 3,00)
Controlo pH e viscosidade TQ2 e TQ3	10	7,21	2,13	0,67	(5,69; 8,73)
Ligar a máquina	10	0,16	0,02	0,01	(0,14; 0,17)

$\mu$ : média

## Anexo 12: Gantt do estado final – Fase 1



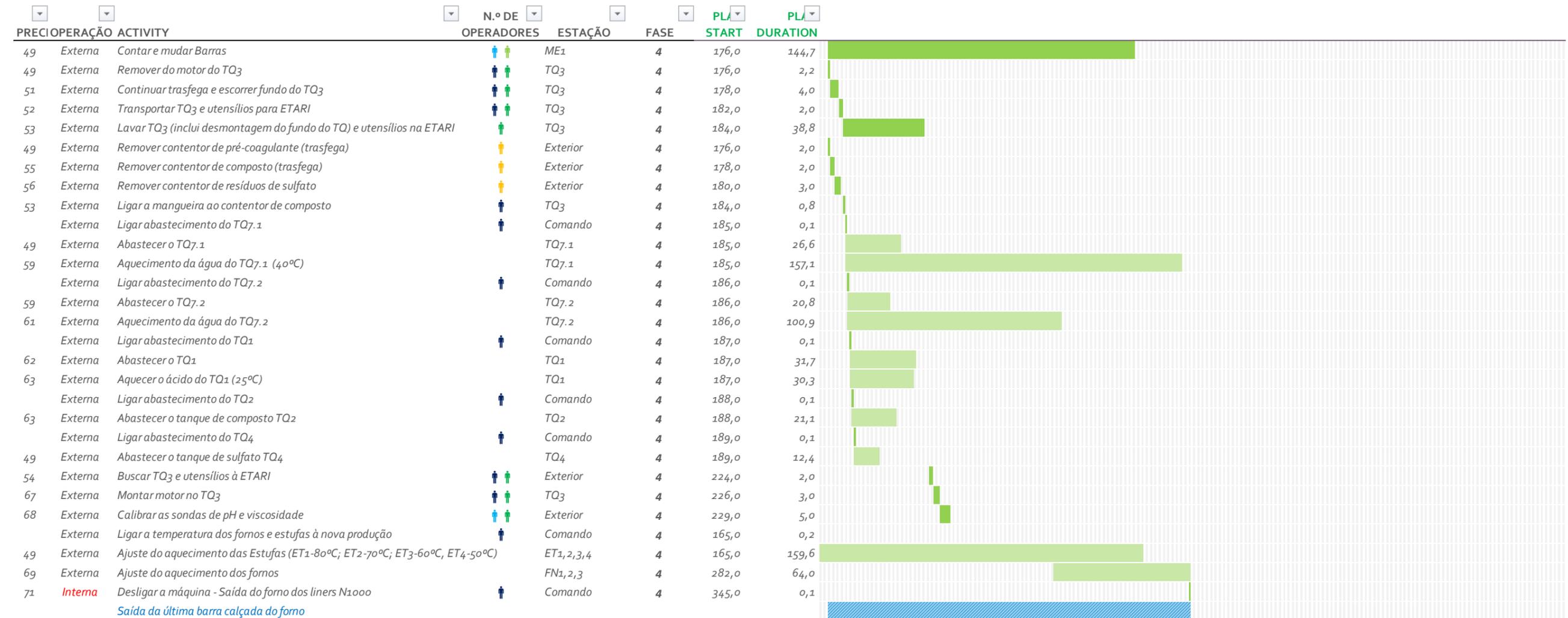
## Anexo 13: Gantt do estado final – Fase 2



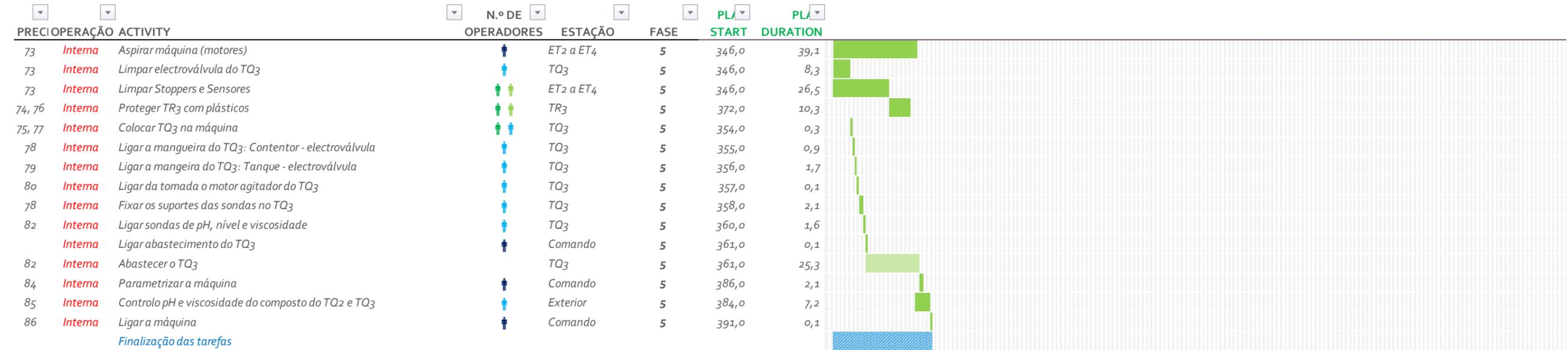
## Anexo 14: Gantt do estado final – Fase 3

PRECIOPERAÇÃO	ACTIVITY	N.º DE OPERADORES	ESTAÇÃO	FASE	PLA START	PLA DURATION
32, 33	<i>Interna</i> Remover os Resíduos e lavar o tanque TQ7.1	2	TQ7.1	3	161,0	10,2
32, 33	<i>Interna</i> Remover as sondas do TQ3	1	TQ3	3	161,0	0,7
35	<i>Interna</i> Desligar a tomada o motor agitador do TQ3	1	TQ3	3	162,0	0,2
36	<i>Interna</i> Desligar a mangueira do TQ3: contentor - electroválvula	1	TQ3	3	163,0	0,5
37	<i>Interna</i> Desligar a mangueira do TQ3: Tanque - electroválvula	1	TQ3	3	164,0	0,7
38	<i>Interna</i> Trasfegar o composto do TQ3	1	TQ3	3	165,0	10,3
39, 34	<i>Interna</i> Remover o TQ3	2	TQ3	3	174,0	0,5
32, 33	<i>Interna</i> Trasfegar o pré-coagulante do TQ1	1	TQ1	3	161,0	6,3
41	<i>Interna</i> Ligar a mangueira do TQ1: contentor - electroválvula	1	TQ1	3	167,0	0,7
34	<i>Interna</i> Lavar TQ7.2	1	TQ7.2	3	168,0	4,3
41	<i>Interna</i> Ligar mangueira do TQ2: Contentor - electroválvula	1	TQ2	3	168,0	0,9
44	<i>Interna</i> Ligar a mangueira do TQ2: Tanque - electroválvula	1	TQ2	3	169,0	0,9
40, 45	<i>Interna</i> Substituir barras na ET2	2	ET2	3	172,0	2,2
46	<i>Interna</i> Substituir barras na ET3	2	ET3	3	174,0	2,3
47	<i>Interna</i> Ligar máquina	1	Comando	3	175,0	0,1
<i>Após retirar TQ3, trasfegar TQ1 e Limpar TQ7.1 e TQ7.2 e ligar a máquina</i>						

## Anexo 15: Gantt do estado final – Fase 4



## Anexo 16: Gantt do estado final – Fase 5





## Anexo 18: Resultados do estado final do projeto

<b>ANÁLISE TAREFAS MANUAIS + AUTOMÁTICAS</b>	tempo em m	tempo h:m:s	%
<b>Manual</b>	873,9	14:33:54	55,7%
<b>Automática</b>	695,7	11:35:42	44,3%

### ANÁLISE TAREFAS

<i>Classificação das tarefas em relação à máquina</i>	tempo em m	tempo h:m:s	%
<b>Externa</b>	1 403,0	23:23:00	89,4%
<b>Interna</b>	166,6	2:46:36	10,6%

<i>Classificação das tarefas</i>	tempo em m	tempo h:m:s	%
<b>Operação</b>	1 453,0	24:13:00	92,6%
<b>Movimento</b>	83,8	1:23:48	5,3%
<b>Controlo</b>	32,8	0:32:48	2,1%

<i>Classificação das Operações</i>	tempo em m	tempo h:m:s	%
<b>Remoção e montagem de moldes</b>	184,2	3:04:12	12,7%
<b>Mudança de fluidos e alterações de temperatura</b>	801,3	13:21:18	55,1%
<b>Limpezas</b>	147,5	2:27:30	10,2%
<b>Ligações e desligações</b>	14,4	0:14:24	1,0%
<b>Montagens e desmontagens</b>	13,0	0:13:00	0,9%
<b>Comando e Parametrizações</b>	3,6	0:03:36	0,2%
<b>Alimentação da máquina</b>	289,0	4:49:00	19,9%

<i>Número de operadores</i>	tempo em m	tempo h:m:s	%
<b>Nenhum</b>	695,7	11:35:42	44,3%
†	331,7	5:31:42	21,1%
† †	250,2	4:10:12	15,9%
† † †	292,0	4:52:00	18,6%

<i>Estação/área</i>	tempo em m	tempo h:m:s	%
<b>Comando</b>	3,6	0:03:36	0,2%
<b>ET2</b>	2,2	0:02:12	0,1%
<b>ET2 a ET4</b>	65,6	1:05:36	4,2%
<b>ET3</b>	2,3	0:02:18	0,1%
<b>Exterior</b>	197,7	3:17:42	12,6%
<b>ME1</b>	483,7	8:03:42	30,8%
<b>MT1</b>	0,0	0:00:00	0,0%
<b>MT2</b>	1,3	0:01:18	0,1%
<b>TQ1</b>	71,9	1:11:54	4,6%
<b>TQ2</b>	24,3	0:24:18	1,5%
<b>TQ3</b>	104,9	1:44:54	6,7%
<b>TQ4</b>	12,4	0:12:24	0,8%
<b>TQ5</b>	0,0	0:00:00	0,0%
<b>TQ6</b>	0,0	0:00:00	0,0%
<b>TQ7.1</b>	215,5	3:35:30	13,7%
<b>TQ7.2</b>	150,3	2:30:18	9,6%
<b>FN1,2,3</b>	64,0	1:04:00	4,1%
<b>ET1,2,3,4</b>	159,6	2:39:36	10,2%
<b>TR3</b>	10,3	0:10:18	0,7%

<i>RESUMO</i>	<i>tempo em m</i>	<i>tempo h:m:s</i>
<i>Tempo total da observação</i>	<b>684,0</b>	<b>11:24:00</b>
<i>Tempo total das operações (em que decorreram)</i>	<b>684,0</b>	<b>11:24:00</b>
<i>Tempo total das inatividades</i>	<b>0,0</b>	<b>0:00:00</b>
	<i>tempo em m</i>	<i>tempo h:m:s</i>
<i>Somatório do tempo total das tarefas</i>	<b>1 569,6</b>	<b>26:09:36</b>
<i>Somatório do tempo total das tarefas síncronas (paralelo)</i>	<b>885,6</b>	<b>14:45:36</b>
<i>Somatório do tempo total das tarefas assíncronas</i>	<b>684,0</b>	<b>11:24:00</b>
	<i>tempo em m</i>	<i>tempo h:m:s</i>
<i>Tempo de Setup</i>	<b>61,0</b>	<b>1:01:00</b>
<i>Tempo de Changeover</i>	<b>353,0</b>	<b>5:53:00</b>