



NOVA
NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E INDUSTRIAL

MARTIM SEGADE HEMRIQUES NUNES CORREIA
Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO INTEGRADO TLS
NUM SISTEMA PRODUTIVO *LEAN*

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa



IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO INTEGRADO TLS NUM SISTEMA PRODUTIVO LEAN

MARTIM SEGADE HENRIQUES NUNES CORREIA

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professora Doutora Alexandra Maria Baptista
Ramos Tenera, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Coorientador: Dr. Rui Manuel Ferreira Dias, Diretor de Opera-
ções, Amorim & Irmãos - Equipar

Júri:

Presidente: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos
Machado, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Arguentes: Professora Doutora Anabela Carvalho Alves, Professora
Auxiliar, Universidade do Minho

Vogais: Engenheiro Rui Jorge Costa Leite, Diretor da Equipar Distri-
buição, Amorim & Irmãos

Implementação de um Modelo integrado TLS num sistema produtivo *Lean*

Copyright © Martim Segade Henriques Nunes Correia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Dedico à minha família

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer à Professora Alexandra Tenera, por ter tornado possível a realização desta tese e me ter posto em contacto com o Engenheiro Rui Dias que me apresentou este belo desafio.

À Corticeira Amorim agradeço pela oportunidade de desenvolver este projeto convosco. Em especial agradeço toda a ajuda e disponibilidade à Engenheira Catarina Espada, Engenheiro Rui Leite, e todos os restantes colaboradores por serem tão acessíveis e se demonstrarem atenciosos.

À minha família, especialmente à minha mãe, por me apoiarem em todos os momentos, por me darem oportunidade de vivenciar novas experiências.

À Bia por todo o apoio que me deu durante todo este processo, por estar sempre presente nos meus bons e maus momentos.

Aos meus amigos por contribuírem de diferentes aspetos para a conclusão desta etapa.

"O futuro começa todos os dias"
(Américo Amorim)

RESUMO

A presente investigação é realizada na Corticeira Amorim, mais precisamente na Unidade Industrial Equipar, situada em Coruche. Esta unidade divide-se em quatro fábricas: Trituração, Unidade de Aglomerados, Unidade de *Twin-top* e Equipar Distribuição (EQD). O estudo apresentado foca-se principalmente na Unidade de Aglomerados e na EQD.

Com o objetivo de satisfazer os pedidos dos clientes a tempo e horas surge a necessidade de se aumentar o nível de serviço da EQD, isto é, satisfazer os pedidos dos clientes dentro do tempo esperado. Após a recolha e análise do estado da arte, concluiu-se que, atualmente, os modelos híbridos TLS são aqueles que, em termos práticos, apresentam melhor desempenho, estes resultam da integração da Teoria das Restrições com o *Lean* e *Six Sigma*. Como tal, inicialmente desenvolveu-se um modelo integrador que agrupou as melhores características de cada uma das três metodologias, tendo sido posteriormente implementado no sistema em estudo, seguindo-se uma lógica de *Case Study*.

Durante a realização do estudo bibliográfico, analisaram-se os modelos integradores existentes, em seguida concebeu-se um modelo TLS composto por 5 fases sendo elas as seguintes: Análise e identificação do processo restritivo; Exploração da restrição utilizando as ferramentas *Lean* e *Six Sigma*; Subordinação do sistema à restrição; Elevação da restrição, caso seja possível; e, por fim, Avaliação da restrição. Nos casos em que a restrição esteja resolvida, o ciclo termina e retoma-se um novo ciclo no primeiro passo. Por fim, implementou-se o modelo, sendo que se realizaram dois ciclos de melhoria contínua. O nível de Serviço Acumulado aumentou 3% relativamente ao ano anterior, estabelecendo-se agora nos 94%.

Palavras chave: TLS; Teoria das Restrições; Lean; Six Sigma; Melhoria contínua; Fabricação de Rolhas de Cortiça.

ABSTRACT

The present study is carried out at Corticeira Amorim, more precisely at the Equipar Industrial Unit, located in Coruche. This unit is divided into four factories: Crushing, Twin-top Unit, Agglomerates Unit and Equipar Distribution (EQD); The present study focuses mainly on the last two.

With the objective of satisfying customer orders on time, the need to increase the service level of EQD arises. Currently the best performing methodology is the TLS hybrid model, which results from the integration of Theory of Constraints with Lean and Six Sigma. An integrative model of the three methodologies was developed and then implemented in the system under study, following a case study logic.

After a bibliographic study, where the existing models were analyzed, a TLS model was conceived, composed of 5 phases that are based on: Analysis and identification of the restrictive process; Exploration of the restriction through Lean and Six Sigma tools; Subordination of the system to the restriction; Lifting of the restriction, if possible; and the evaluation of the restriction. In cases where the constraint is solved, the cycle closes and a new one starts in the first step. Finally, the model was implemented, and two cycles of continuous improvement were performed. The system's constraint was identified in each cycle and acted upon in order to get the most profitability and efficiency out of it.

The implementation of the project has produced very positive results. The Accumulated Service level increased 3% compared to the previous year, and now stands at 94%. This increase was not higher due to a fire at the facilities that forced production to stop for about two weeks, resulting in delays in order deliveries.

Key Words: TLS; Theory of Constraints; Lean; Six Sigma; Continuous Improvement; Cork Stoppers Manufacturing.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	VIII
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIV
ÍNDICE	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS	XX
ÍNDICE DE TABELAS	XXIII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	XXVI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	1
1.2. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO	2
1.3. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO	3
1.4. METODOLOGIA DO ESTUDO	4
1.5. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO	5
2. MODELOS DE MELHORIA CONTÍNUA	6
2.1. FUNDAMENTOS DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) E FERRAMENTAS	6
2.2. FUNDAMENTOS DE LEAN E FERRAMENTAS	15
2.3. FUNDAMENTOS DE SIX SIGMA E FERRAMENTAS	18
2.4. SISTEMAS INTEGRADOS/HÍBRIDOS - TEORIA DAS RESTRIÇÕES, LEAN E SIX SIGMA (TLS)	20
2.4.1. Comparação das três metodologias	20
2.4.2. Modelos TLS e potenciais benefícios	23
2.4.3. Análise de modelos TLS existentes	24
3. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA EM ESTUDO	32
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO GRUPO	32
3.1.1. História	32
3.1.2. Estrutura da Empresa	34
3.1.3. Produtos	36
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA EM ESTUDO	39
3.2.1. Caracterização da UI de Aglomerados e da EQD	40
3.2.2. Diagrama do Processo do Sistema	40

3.2.3. <i>Processos que compõem o Sistema</i>	42
3.3. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA – PROBLEMA EM ANÁLISE E OBJETIVOS A ALCANÇAR	56
4. PROPOSTA DE APLICAÇÃO METODOLÓGICA	57
4.1. DISCUSSÃO E FUNDAMENTAÇÃO DA ABORDAGEM/ PROPOSTA METODOLÓGICA:.....	57
4.1.1. <i>Case Study</i>	57
4.1.2. <i>Action Research</i>	58
4.1.3. <i>Design Science Research</i>	59
4.1.4. <i>Discussão e escolha (Case study vs Action Research vs Design Science Research)</i>	60
4.2. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE UM MODELO INTEGRADOR TLS.....	62
4.2.1. <i>Caraterização do Sistema e Identificação da Restrição</i>	64
4.2.2. <i>Explorar a Restrição</i>	64
4.2.3. <i>Subordinar o sistema à restrição</i>	65
4.2.4. <i>Elevar a restrição</i>	66
5. IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA TLS	67
5.1. ITERAÇÃO 1.....	67
5.1.1. <i>Analisar Sistema e identificar Restrição</i>	67
5.1.2. <i>Explorar Restrição</i>	86
5.1.3. <i>Reavaliar Restrição</i>	99
5.2. ITERAÇÃO 2.....	99
5.2.1. <i>Analisar Sistema e identificar Restrição</i>	99
5.2.2. <i>Explorar Restrição</i>	104
5.2.3. <i>Submeter Sistema à Restrição</i>	111
5.2.4. <i>Elevar desempenho da Restrição</i>	112
5.3. ANÁLISE E REFLEXÃO CRÍTICA DE RESULTADOS.....	115
6. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	117
6.1. CONCLUSÕES DO ESTUDO.....	117
6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
ANEXOS	124
ANEXO A - MARCAÇÃO EQD.....	124
ANEXO B - TRATAMENTO EQD	127
ANEXO C - EMBALAGEM EQD.....	130
ANEXO D - TOPEJAMENTO TT	134
ANEXO E - EXTRUSÃO AGLO.....	135
ANEXO F- RETIFICAÇÃO AGLO	137
ANEXO G - LAVAÇÃO AGLO	141
ANEXO H - ESCOLHA ELETRÓNICA AGLO.....	143
ANEXO I - VSM EQD	146
ANEXO J - VSM AGLO	147
ANEXO K - HORAS DE TRABALHO EFETIVO EXTRUSÃO + MOLDAÇÃO (1JAN-31MAR)	148
ANEXO L - ITERAÇÕES DA SIMULAÇÃO DO ABASTECIMENTO DA RETIFICAÇÃO	149

ANEXO M - ANÁLISE DAS PRODUÇÕES DIÁRIAS RETIFICAÇÃO DE JANEIRO E FEVEREIRO DE 2021	156
ANEXO N - REGISTOS DOS TEMPOS DE TROCA NAS TOPEJADEIRAS DURANTE UMA SEMANA.	156
ANEXO O - 92.IT.EQ.IND.92.2 - ACABAMENTOS MECÂNICOS AGLO.UMDANÇA DE CALIBRE	157
ANEXO P - LISTA DE MANUTENÇÕES	163
ANEXO Q - ANÁLISE DAS PRODUÇÕES MÉDIAS DIÁRIAS DA LINHA 10, 11 E 12 DO TOPEJAMENTO TT.....	165
ANEXO R - VSM EQD V2	166
ANEXO S - VSM AGLO V2.....	167
ANEXO T - 91. IT.EQ.IND.91.2 - ACABAMENTOS MECÂNICOS AGLO.ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	168
ANEXO U - MIX DE LAVAÇÕES IDEAL	170
ANEXO V - PLANEAMENTO DA UTILIZAÇÃO DAS MÁQUINAS DA LAVAÇÃO.....	171

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 GRÁFICO DO NÍVEL DE SERVIÇO ACUMULADO (2020)	2
FIGURA 1-2 METODOLOGIA DE ESTUDO [ADAPTADO: FURTADO ET AL. (2016)].....	4
FIGURA 2-1 FLUXOGRAMA CRONOLÓGICO DA EVOLUÇÃO DA TOC ATÉ AOS DIAS DE HOJE [ADAPTADO: WATSON ET AL., 2007]	7
FIGURA 2-2 PROCESSO DE APERFEIÇOAMENTO ON-GOING – AS 2 ETAPAS PRELIMINARES, AS 5 FASES DA TOC E OS RESPECTIVOS PONTOS INTERMÉDIOS DE DECISÃO [ADAPTADO: PRETORIUS (2014)]	11
FIGURA 2-3 ÁRVORE DE OBJETIVOS [ADAPTADO: DETTMER (2011)]	13
FIGURA 2-4 DIAGRAMA DE INTERFERÊNCIAS	14
FIGURA 2-5 OS CINCO PRINCÍPIOS LEAN [ADAPTADO: HINES ET AL. (2011)]	15
FIGURA 2-6 MODELO ITLS - 7 PASSOS [ADAPTADO: PIRASTEH & FOX (2011)]	25
FIGURA 2-7 MODELO ITLS [ADAPTADO: DIAS & TENERA (2016)]	26
FIGURA 2-8 MODELO TOCLSS [ADAPTADO: AGI (2009A)].....	27
FIGURA 2-9 MODELO DE INTEGRAÇÃO UIC [ADAPTADO: SPROULL (2009)].....	28
FIGURA 2-10 MODELO DE EXCELÊNCIA 360° [ADAPTADO: MOURA (2010)]	29
FIGURA 2-11 PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DA EXCELÊNCIA 360° [ADAPTADO: MOURA (2012)]	30
FIGURA 2-12 MODELO 7BG [ADAPTADO: OKIMURA (2013)].....	31
FIGURA 3-1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA CORTICEIRA AMORIM [ADAPTADO: AMORIM (2019)]	33
FIGURA 3-2 VENDAS POR ÁREA GEOGRÁFICA [ADAPTADO: AMORIM (2019)]	34
FIGURA 3-3 ORGANOGRAMA DA CORTICEIRA AMORIM [ADAPTADO: DELGADO (2014)].....	35
FIGURA 3-4 DISTRIBUIÇÃO DAS VENDAS POR UN [ADAPTADO: AMORIM (2019)].....	35
FIGURA 3-5 TIPOS DE ROLHAS	36
FIGURA 3-6 DIAGRAMA EM V DOS PRODUTOS PRODUZIDOS NA UNIDADE INDUSTRIAL EQUIPAR.....	39
FIGURA 3-7 DISTRIBUIÇÃO DO MONTADO DE SOBREIRO EM PORTUGAL E LOCALIZAÇÃO DA VILA DE CORUCHE [ADAPTADO: FURTADO (2017)].....	39
FIGURA 3-8 FOTOGRAFIA AÉREA DA EQUIPAR	40
FIGURA 3-9 FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO.....	41
FIGURA 3-10 FLUXOGRAMA DA UNIDADE DE AGLOMERADOS	43
FIGURA 3-11 MOLDAÇÃO	43
FIGURA 3-12 TOPEJAMENTO <i>TWIN-TOP</i>	44
FIGURA 3-13 EXTRUSÃO.....	45
FIGURA 3-14 FLUXOGRAMA DA ÁREA DA RETIFICAÇÃO DA UNIDADE DE AGLOMERADOS.....	46
FIGURA 3-15 SILOS DE ABASTECIMENTO	46
FIGURA 3-16 PONÇADEIRAS	47
FIGURA 3-17 TOPEJADEIRAS	47
FIGURA 3-18 CHANFRADEIRAS.....	47
FIGURA 3-19 LAVAÇÃO.....	48
FIGURA 3-20 ANEXO DO REVESTIMENTO	49
FIGURA 3-21 ESCOLHA ELETRÓNICA	49
FIGURA 3-22 EMBALAGEM.....	51
FIGURA 3-23 FLUXOGRAMA DO COMBOIO LOGÍSTICO	51
FIGURA 3-24 FLUXOGRAMA DA UNIDADE DE DISTRIBUIÇÃO (EQD)	52

FIGURA 3-25 MARCAÇÃO	53
FIGURA 3-26 TIPOS DE MÁQUINAS DA MARCAÇÃO	53
FIGURA 3-27 TRATAMENTO	55
FIGURA 3-28 EMBALAGEM EQD: LINHA 1 (ESQUERDA) E LINHA 2 (DIREITA).....	56
FIGURA 4-1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE UM CASE STUDY [ADAPTADO: DRESCH ET AL. (2015)}.....	58
FIGURA 4-2 CICLO DA ACTION RESEARCH	59
FIGURA 4-3 ETAPAS PRINCIPAIS PARA DESENVOLVER UMA DESIGN SCIENCE RESEARCH [ADAPTADO: DRESCH ET AL. (2015)}	60
FIGURA 4-4 MODELO TLS PROPOSTO.....	63
FIGURA 5-1 ÁRVORE DOS OBJETIVOS DA UNIDADE DE DISTRIBUIÇÃO (EQD)	68
FIGURA 5-2 DIAGRAMA DE INTERFERÊNCIAS DA EQUIPAR DISTRIBUIÇÃO.....	75
FIGURA 5-3 PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS DA EQUIPAR DISTRIBUIÇÃO	75
FIGURA 5-4 RESUMO DAS CAPACIDADES TEÓRICAS DOS PROCESSOS DO SISTEMA.	81
FIGURA 5-5 TAPETE DE ALIMENTAÇÃO	86
FIGURA 5-6 SILO DAS PONÇADEIRAS	87
FIGURA 5-7 ESTADO ATUAL DA ORGANIZAÇÃO E ARRUMAÇÃO DE PEÇAS.....	95
FIGURA 5-8 CAIXAS DE PEÇAS EXTRA DEVIDAMENTE ARRUMADAS E ORGANIZADAS	96
FIGURA 5-9 TAMPAS DAS CAIXAS - INCLUI NORMA OK/NOK.....	96
FIGURA 5-10 EXEMPLOS DE CAIXAS LIMPAS E ARRUMADAS	97
FIGURA 5-11 FALTA DE ALIMENTAÇÃO DO MINI SILO A SEGUIR À PONÇADEIRA.....	98
FIGURA 5-12 ENCRAVAMENTOS DOS CANAIS TO TAMBOR	98
FIGURA 5-13 ENCRAVAMENTO DE ROLHAS NOS CANTOS DOS CANAIS DE ALIMENTAÇÃO (A-ANTES; B-DEPOIS)	98
FIGURA 5-14 WIP ENTRE A EXTRUSÃO+MOLDAÇÃO E A RET AGLO+TOP TT	102
FIGURA 5-15 WIP ENTRE A RET AGLO + TOP TT E A LAVAÇÃO	102
FIGURA 5-16 WIP ENTRE A LAVAÇÃO E A ESCOLHA ELETRÓNICA.....	103
FIGURA 5-17 WIP ENTRE A ESCOLHA ELETRÓNICA E A EMBALAGEM/EQD	103
FIGURA 5-18 FILTRO PONÇ+TOP	104
FIGURA 5-19 FILTRO CHANF+TOP L1 E L2	104
FIGURA 5-20 ANEMÓMETRO.....	105
FIGURA 5-21 VELOCIDADE DE ASPIRAÇÃO (M/S)	105
FIGURA 5-22 CÁLCULO DO PAYBACK PARA O INVESTIMENTO NUM SISTEMA DE ASPIRAÇÃO	106
FIGURA 5-23 CÁLCULO DO PAYBACK PARA O INVESTIMENTO NUM SISTEMA DE ASPIRAÇÃO	107
FIGURA 5-24 MODELO 1.....	108
FIGURA 5-25 MODELO 2.....	109
FIGURA 5-26 FOLHA DE REGISTO DO Nº DE LAVAÇÕES	112
FIGURA 5-27 PALOTE	113
FIGURA 5-28 MOVIMENTAÇÃO DE PALOTES.....	113
FIGURA 5-29 SILO.....	113
FIGURA 5-30 MOVIMENTAÇÃO DE SILOS	113
FIGURA 5-31 MÁQUINAS DE LAVAÇÃO ADVANTEC COLOURS.....	114
FIGURA 6-1 GRÁFICO DO NÍVEL DE SERVIÇO ACUMULADO AO LONGO DOS MESES(2020).....	118
FIGURA 6-2 GRÁFICO DO NÍVEL DE SERVIÇO ACUMULADO AO LONGO DOS MESES (2021)	119

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 2-1 Os 7 MUDA [ADAPTADO: DIAS ET AL. (2019)]	16
TABELA 2-2 ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS DAS 3 METODOLOGIAS [ADAPTADO: SILVA (2015) E OKIMURA (2013)]	20
TABELA 2-3 COMPLEMENTARIDADE DOS TRÊS MÉTODOS [ADAPTADO: SILVA (2015) E OKIMURA (2013)].....	22
TABELA 2-4 PRINCIPAIS SINERGIAS DE TOC, LEAN E SIX SIGMA [ADAPTADO: (MOURA, 2012)].....	23
TABELA 2-5 ETAPAS E FERRAMENTAS DO MODELO UCI [ADAPTADO: SILVA (2015)].....	29
TABELA 3-1 CALIBRES PRODUZIDOS EM CADA LINHA DA EXTRUSÃO	45
TABELA 3-2 FREQUÊNCIAS MÍNIMAS DE VERIFICAÇÃO DE CADA TIPO DE MARCA (NORMAS CORK +) .	54
TABELA 3-3 PARÂMETROS A VERIFICAR NAS MARCAS (NORMAS CORK +)	54
TABELA 4-1 ANÁLISE COMPARATIVA DAS METODOLOGIAS: CASE STUDY, ACTION RESEARCH E DESIGN SCIENCE RESEARCH	61
TABELA 5-1 TIPOS DE MÁQUINAS DE MARCAÇÃO	69
TABELA 5-2 MIX DE TRATAMENTO	70
TABELA 5-3 TEMPOS DE CADA TIPO DE TRATAMENTO	70
TABELA 5-4 TEMPOS ÚTEIS DE PRODUÇÃO DE UMA MÁQUINA POR TURNO.....	71
TABELA 5-5 QUANTIDADES STANDARD DE CADA LINHA	72
TABELA 5-6 OBJETIVOS DE PRODUÇÃO DE CADA TURNO DA EQD.....	72
TABELA 5-7 ESTIMATIVA DO Nº DE PALOTES ABASTECIDOS POR DIA, DO Nº MÉDIO DIÁRIO DE TROCAS DE ENCOMENDA E DO Nº MÉDIO DIÁRIO DE TROCAS ENTRE PALOTES DA MESMA ENCOMENDA.....	73
TABELA 5-8 Nº DE PALOTES QUE INFLUENCIAM CADA LINHA EM CADA TURNO	73
TABELA 5-9 TEMPO ÚTIL POR TURNO	74
TABELA 5-10 CAPACIDADES TEÓRICAS DA EQD	74
TABELA 5-11 PRODUÇÕES MÉDIAS DIÁRIAS DA EQD.....	74
TABELA 5-12 Nº MÉDIO DE HORAS DE TRABALHO DA MOLDAÇÃO	76
TABELA 5-13 PRODUTOS A DA EXTRUSÃO.....	76
TABELA 5-14 Nº DE HORAS MÉDIO DE TRABALHO DA EXTRUSÃO	77
TABELA 5-15 CADÊNCIAS DA EXTRUSÃO.....	77
TABELA 5-16 PRODUTOS A DO TOPEJAMENTO TT	77
TABELA 5-17 CADÊNCIAS DO TOPEJAMENTO TT	78
TABELA 5-18 PRODUTOS A DA RETIFICAÇÃO AGLO	78
TABELA 5-19 CADÊNCIAS DA RETIFICAÇÃO AGLO.....	79
TABELA 5-20 PRODUTOS A DA ESCOLHA ELETRÓNICA	80
TABELA 5-21 CADÊNCIAS DA ESCOLHA ELETRÓNICA	80
TABELA 5-22 TEMPOS DE CICLO TEÓRICOS (SEG/ML)	82
TABELA 5-23 HORAS DE TRABALHO EFETIVO DURANTE 1 DE JANEIRO E 31 DE MARÇO	83
TABELA 5-24 TEMPOS DE CICLO ATUAIS	83
TABELA 5-25 EFICIÊNCIAS DE CADA PROCESSO	84
TABELA 5-26 LEAD TIMES ENTRE PROCESSOS	85
TABELA 5-27 RESULTADOS DAS EXPERIÊNCIAS DO ABASTECIMENTO DA RETIFICAÇÃO AGLO (TEMPO ABASTECIMENTO = 150 s).....	88

TABELA 5-28 1ª ITERAÇÃO DA SIMULAÇÃO DO ABASTECIMENTO DAS 14 LINHAS DA RETIFICAÇÃO	88
TABELA 5-29 ITERAÇÕES DA SIMULAÇÃO DO ABASTECIMENTO DA RETIFICAÇÃO.....	90
TABELA 5-30 PERCENTAGENS DE PERDAS PRODUTIVAS DAS LINHAS DA RETIFICAÇÃO (JANEIRO + FEVEREIRO)	91
TABELA 5-31 TEMPO MÉDIO DE CADA TIPO DE TROCA	91
TABELA 5-32 TEMPOS DE PARAGEM DA TOPEJADEIRA.....	92
TABELA 5-33 CÁLCULO DO TEMPO PERDIDO	92
TABELA 5-34 TEMPOS DE PARAGEM DA TOPEJADEIRA.....	92
TABELA 5-35 CÁLCULO DO TEMPO PERDIDO	92
TABELA 5-36 TEMPOS DE PARAGEM DA TOPEJADEIRA.....	93
TABELA 5-37 CÁLCULO DO TEMPO PERDIDO	93
TABELA 5-38 CÁLCULO DO Nº MÍNIMO DE HORAS NÃO PRODUTIVAS QUE SE IRÃO SER TRANSFORMADAS EM HORAS DE PRODUÇÃO APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS.....	93
TABELA 5-39 Nº DE TROCAS DE TIPO POR LINHA E ANO	94
TABELA 5-40 TEMPOS DA TROCA DE TIPO DE ROLHA NUMA LINHA	94
TABELA 5-41 TEMPOS DE CICLO TEÓRICOS (SEG/ML)	100
TABELA 5-42 HORAS DE TRABALHO EFETIVO DURANTE 1 DE ABRIL E 30 DE JUNHO.....	100
TABELA 5-43 TEMPOS DE CICLO ATUAIS	100
TABELA 5-44 EFICIÊNCIAS DE CADA PROCESSO	101
TABELA 5-45 DADOS DA EXPERIÊNCIA REALIZADA AO SISTEMA DE ASPIRAÇÃO	105
TABELA 5-46 DISTRIBUIÇÃO ATUAL DAS FUNÇÕES.....	107
TABELA 5-47 RESUMO DA EXPERIÊNCIA	110
TABELA 5-48 PRODUÇÃO RETIFICAÇÃO AGLO	112
TABELA 5-49 PROGRAMAS LAVAÇÃO.....	113
TABELA 5-50 PRODUÇÃO MÉDIA DIÁRIA DA RETIFICAÇÃO AGLO.....	115
TABELA 5-51 PRODUÇÃO MÉDIA DIÁRIA DAS LINHAS 10,11 E 12 DO TOPEJAMENTO TT	116

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

Acum. - Acumuladas
AGLO - Aglomerados
AR - *Action Research*
CH - Champanhe
CL - *Clean*
CTQ's - questões críticas para a qualidade (*Critical to Quality issues*)
CS - *Case Study*
D - Diâmetro
DBR - *Drum-Buffer-Rope*
Descarr. - Descarregamento
DI - Diagrama de Interferências
Dir. - Direita
DMAIC - *Define, Measure, Analyze, Improve and Control*
DOE - *Design of Experiments*
DSR - *Design Science Research*
EQD - Equipar Distribuição
Esq. - Esquerda
FIFO - *First In First Out*
GO - Gestão de Operações
GPP ou BMP - Gestão Por Processos ou *Business Management Process*
h - Horas
H - Humidade
H₂O₂ - Peróxido de hidrogénio
itr. - Iterações
L - Comprimento
Lx - linha x
LP - *Lean*
LSS - *Lean e Six Sigma*
M - Massa
Máq. - Máquina
MAS - Medição dos Sistemas de Análise
MDT - Moinho destroçador da trituração
MES - *Manufacturing Execution System*
min - minuto
ML - Mil
mm - milímetros
MTE - Marcadas, Tratadas e Embaladas
MV - Massa volúmica
nº - número
OEE - Eficiência Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectiveness*)
Ops. - Operações
OPT - Tecnologia de Produção Otimizada
PG - Permeabilidade a gases
PNC - Produto Não-Conforme
R&R - Repetibilidade e Reprodutibilidade
Ret - Retificação
ROSA - *Rate Optimal Steam Application*
SIPOC - Fornecedores; Entradas; Processo; Saídas; Cliente (*Suppliers; Inputs; Process; Outputs; Customer*)
SMED - *Single Minute Exchange of Dies*
SO₂ - Dióxido de Enxofre
SS - *Six Sigma*
T - Tempo
TCA - Tricloroanisole
TLS - Modelo de Integração de três metodologias (Teoria das Restrição, *Lean e Six Sigma*)
TOC - Teoria das Restrições

Top - Topejamento
TPC - *Total Project Cost*
TPM - *Total Productive Maintenance*
TQM - *Total Quality Management*
Trat. - Tratamento
TT - *Twin-Top*
UI - Unidade Industrial
UIC - *Ultimate Improvement Cycle*
UN - Unidade de Negócios
V - Vinho
VOC - *Voz do cliente (Voice of customer)*
VSM - *Value Stream Mapping*
WIP - *Work in Process*

INTRODUÇÃO

O estudo enquadra-se no âmbito do desenvolvimento de Dissertação em Ambiente Empresarial, componente integrada no Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, pela Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. O estudo da Dissertação realizou-se na Unidade Industrial Equipar, que pertence ao Grupo Amorim.

A cortiça provém da lasca dos troncos do sobreiro, possuindo características bastante particulares, o que a torna um material especial. Desde há séculos que é utilizada em diversos produtos, mas obteve um maior destaque quando se começou a aplicar a mesma para produção de rolhas para garrafas de vinhos. É possível datar o primeiro aparecimento de uma rolha de cortiça no século I a.C., em Éfeso, antiga cidade greco-romana, atualmente localizada na Turquia, onde se encontrou uma garrafa que estava vedada com uma rolha de cortiça e que ainda continha vinho (APCOR, 2021). Nos dias de hoje a cortiça continua a ser líder nesta aplicação.

Devido à importância deste ramo a sua velocidade de modernização tem sido bastante elevada, tendo-se procurado investir em áreas diversas, principalmente no conhecimento da cortiça. O objetivo de explorar da melhor maneira as suas propriedades, faz com que a cortiça seja um material de valor elevado e alta qualidade, podendo-se assim através de processos exigentes aproveitá-la ao máximo satisfazendo os interesses dos produtores, dos transformadores e dos consumidores.

Com esta dissertação pretende-se avaliar a possibilidade de implementar um modelo TLS de melhoria contínua num sistema produtivo *Lean*, tendo por base as metodologias da Teoria de Restrições, *Lean* e *Six-Sigma*, com o objetivo de solucionar possíveis ineficiências no processo de produção de rolhas.

1.1. Contextualização do Problema

As estimativas indicam que os montados de sobreiro ocupam uma área de mais de 2,1 milhões de hectares na bacia do Mediterrâneo Ocidental. 90% da área de distribuição da espécie encontra-se em Portugal, Espanha, Marrocos e Argélia. Anualmente, extraem-se cerca de 200 mil toneladas de cortiça. Portugal é sem dúvida o maior produtor de cortiça do mundo, detendo um terço da área global de sobreiros, sendo por isso responsável por aproximadamente 50% da transformação mundial (Amorim, 2021a).

A Corticeira Amorim surgiu como um pequeno negócio familiar de rolhas de cortiça, fundado em Vila Nova de Gaia, em 1870. Nos dias de hoje estamos perante a empresa portuguesa com maior peso a nível internacional, sendo a maior empresa mundial

de produtos de cortiça, líder destacada do setor em 2021. O mundo mudou nos mais de 150 anos de história e o Grupo conheceu uma evolução que poucos imaginariam possível (Amorim, 2020).

Esta dissertação foca-se na Unidade Industrial (UI) Equipar, que se encontra localizada próximo da Coruche, na zona industrial do Monte da Barca, dando-se especial atenção à UI Equipar distribuição (EQD) e à UI de Aglomerados (AGLO).

Assim, foi proposto pelo Diretor de Operações da Amorim & Irmãos a realização de um projeto de investigação sobre o processo de produção da UI EQD bem como do seu principal abastecedor: a UI AGLO, responsável pelo processo de rolhas aglomeradas, Advantec, entre outras. O objetivo é melhorar o nível de serviço da EQD e para tal será necessário identificar as principais problemáticas que impedem a fábrica de atingir a sua capacidade produtiva máxima. Com o crescente aumento dos pedidos por parte dos clientes, é de extrema relevância perceber o que poderá estar a impedir a fábrica de atingir o seu nível de serviço desejado.

A medição do nível de serviço iniciou-se em agosto de 2020 e prolonga-se até aos dias de hoje (figura 1-1) . Este indicador representa a percentagem de encomendas entregues com sucesso dentro da data prevista.

Nível de Serviço Acumulado (2020)

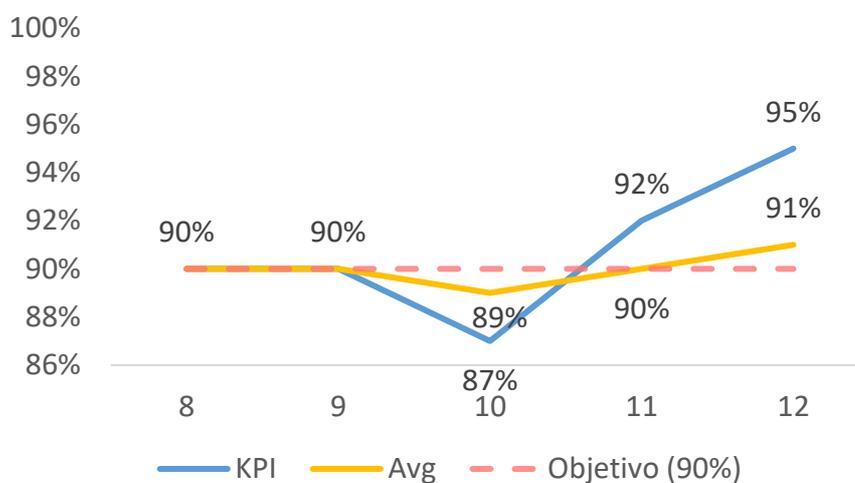


figura 1-1 Gráfico do Nível de serviço acumulado (2020)

1.2. Enquadramento e motivação

Atualmente, tendo em conta o contexto económico que se vive, é possível afirmar que os mercados têm-se caracterizado por serem mais exigentes ao longo dos anos, tornando-se prioritária a necessidade de se responder da forma mais eficaz e eficiente possível. A maximização dos lucros acaba por ser o principal objetivo das empresas. Sabe-se também que, todos os sistemas produtivos apresentam fatores que condicionam e restringem os seus resultados, a minimização dos mesmos faz com que ocorra o aumento dos lucros. Por isso, de forma geral, as organizações procuram uma forma rápida de

responder às necessidades dos clientes, pretendendo o aumento da sua eficiência interna e melhorando a utilização dos seus recursos de forma a maximizar os lucros.

A proposta do Diretor de Operações da Amorim & Irmãos foi a implementação de um modelo de melhoria contínua que ajude a aumentar a produtividade dos processos produtivos que ocorrem atualmente na Equipar. Esta dissertação insere-se no âmbito da implementação de um modelo de que integra três metodologias (TLS) (Teoria das Restrições (TOC), *Lean* e *Six Sigma*) no sistema produtivo em estudo.

Com isto, espera-se obter resultados positivos, isto é, que se identifiquem os fatores críticos que neste momento estão a impedir o crescimento sustentado da empresa, posteriormente pretende-se elevar a restrição, para que seja possível um aumento impactante nos resultados, superior ao dos sistemas tradicionais, sendo que foi por estas razões que se optou por selecionar o tema deste estudo.

1.3. Objetivos da dissertação

Com a elaboração da presente dissertação de mestrado pretende-se cumprir o objetivo principal da mesma que é criar um modelo integrado TLS, investigando-se o estado atual da arte dos sistemas de melhoria contínua, posteriormente este modelo deve ser testado num sistema real. Este procedimento tem como objetivo identificar e analisar possíveis pontos menos positivos que poderão posteriormente ser alvo de melhorias, isto acontece com a utilização de ferramentas de vários modelos que serão agrupados num só.

Tendo-se como objetivo melhorar o nível de serviço da EQD, é necessário melhorar o processo de produção de rolhas da UI AGLO. Aumentar a produtividade e rentabilidade desse sistema sem pôr em causa a qualidade dos produtos, promover iniciativas que ajudem o balanceamento do fluxo produtivo, atuar sobre os processos que afetam negativamente a produção sem que se afete o fluxo de produção, desenvolver planos de ação e criar propostas de melhoria a médio/longo prazo.

Este estudo tem duas vertentes, uma teórica e outra prática, pretende-se realizar um estudo do estado atual da arte de forma a posteriormente aplicar os conceitos estudados na prática. Na primeira vertente, de forma a alcançarem-se os objetivos que foram propostos, realizou-se uma revisão bibliográfica dos atuais sistemas de melhoria contínua, o objetivo era a identificação das principais ferramentas, bem como quais as abordagens mais utilizadas na sua operacionalização, dando especial atenção aos sistemas integradores. A segunda parte deste estudo baseia-se na análise detalhada do processo produtivo, pretendendo-se identificar corretamente a etapa restritiva do processo em estudo, e posteriormente alterá-la de forma a obter a maximização da sua rentabilidade.

1.4. Metodologia do Estudo

A presente dissertação segue a metodologia apresentada na figura 1-2:

1ª Fase <ul style="list-style-type: none">• Caraterização do problema• Estudo Bibliográfico	2ª Fase <ul style="list-style-type: none">• Caraterização do sistema em estudo• Proposta de Operacionalização	3ª Fase <ul style="list-style-type: none">• Implementação da Proposta• Implementação das Ações de Melhoria	4ª Fase <ul style="list-style-type: none">• Análise de Custos• Conclusão
---	---	--	--

figura 1-2 Metodologia de Estudo [Adaptado: Furtado et al. (2016)]

Em seguida são descritas as características principais de cada uma das fases:

1ª Fase:

- De forma a que se contextualize a problemática que permitiu a realização da dissertação, deverá ser realizada a caracterização da empresa, especialmente da UI Equipar, fazendo-se um estudo dos processos e funcionamento do sistema em análise;
- Estudo bibliográfico relativo ao estado de arte dos sistemas de melhoria contínua, focando-se principalmente na TOC e as suas aplicações;
- Estudo bibliográfico dos modelos de integração da metodologia TOC com as ferramentas *Lean* e *Six Sigma*;
- Análise crítica dos modelos TLS, identificação dos pontos mais e menos fortes dos diversos modelos.

2ª Fase:

- Caraterização do processo produtivo a ser estudado, diagnóstico do sistema;
- Apresentação de uma proposta de modelo TLS desenvolvido tendo em conta as melhores práticas possíveis de conciliar entre os modelos existentes;
- Sugestão de operacionalização do modelo.

3ª Fase:

- Exploração do modelo;
- Implementação e controlo das propostas de melhoria.

4ª Fase:

- Análise dos resultados obtidos após a aplicação do modelo e respetivas ações e ferramentas;
- Conclusões dos resultados obtidos;
- Apresentação das conclusões finais e das sugestões para os trabalhos futuros.

1.5. Organização da Dissertação de Mestrado

O presente estudo organiza-se em 6 capítulos com a seguinte estrutura:

Capítulo 1: Abordagem do contexto atual do problema, iniciando-se pela apresentação da pertinência do estudo e a respetiva motivação. Neste capítulo serão apresentados os principais objetivos propostos, assim com a definição da metodologia do estudo. Por fim, é feita a apresentação da estrutura da dissertação.

Capítulo 2: Corresponde à revisão bibliográfica realizada relativamente aos temas em estudo, são apresentados alguns dos modelos existentes e é realizada a sua análise crítica.

Capítulo 3: Neste capítulo é feita a apresentação da empresa e do sistema em estudo, processos e respetivo funcionamento, onde se pretende implementar e testar o modelo proposto.

Capítulo 4: Proposta metodológica do modelo de investigação e o modelo TLS selecionados incluindo as técnicas e ferramentas a utilizar.

Capítulo 5: Explicação dos procedimentos utilizados para a aplicação do modelo TLS, apresentação e discussão dos resultados obtidos.

Capítulo 6: Síntese das principais conclusões obtidas durante a realização do estudo, melhorias e os respetivos impactos sentidos no sistema. Exposição de propostas para trabalhos futuros.

MODELOS DE MELHORIA CONTÍNUA

O capítulo de revisão de literatura, inicia-se com uma apresentação das três principais metodologias em estudo, TOC, *Lean* e *Six Sigma*. Por fim analisaram-se as mais valias e os pontos negativos da integração destas diferentes metodologias. Concluiu-se com a apresentação de sistemas TLS existentes.

2.1. Fundamentos da Teoria das Restrições (TOC) e ferramentas

Origem da TOC

Em 1979, *Goldratt* introduziu a sua solução denominada "Tecnologia de Produção Otimizada (OPT)" para aumentar a produção de uma empresa que não podia satisfazer a procura devido a restrições de recursos. OPT era um programa de software bem-sucedido, mas o principal problema que o impedia de obter atenção suficiente era a falta de compreensão em relação à forma como os planeamentos OPT eram produzidos. Por conseguinte, (*Goldratt & Cox, 1984*) publicaram um livro intitulado "The Goal" como instrumento de marketing para educar tanto gestores como trabalhadores sobre OPT. Embora o "The Goal" tenha sido escrito em grande parte para educar os trabalhadores nas instalações utilizando OPT, tornou-se um romance comercial mais vendido que descreve o número de heurísticas e técnicas que se tornaram a base para TOC (*Watson et al., 2007*). Assim, foi introduzido pela primeira vez a Teoria das Restrições. O objetivo principal e mais importante da TOC é identificar e eliminar estrangulamentos (restrições) no processo de fabrico de forma a melhorar a performance do sistema. TOC tem sido implementado com sucesso em quase todos os setores e em empresas de quase todos os tamanhos (*Şimşit et al., 2014*).

A TOC baseia-se na ideia de que cada sistema tem pelo menos um estrangulamento que pode ser definido como qualquer tipo de situação que seja capaz de impedir o sistema de atingir um elevado nível de desempenho em termos dos seus objetivos (*Goldratt, 1990a*). Ao adotar uma abordagem baseada em eliminação de restrições para maximizar o fluxo do produto através da fábrica, acaba-se por ter menos dados, mas mais informação crítica e decisiva diretamente a partir do chão de fábrica. Isto é conseguido limitando e priorizando a recolha de dados e identificando as principais restrições crónicas que devem ser corrigidas, estabelecendo um objetivo de rendimento especificado. Isto permite que o pessoal da fábrica concentre os seus esforços nas correções que conduzirão a uma maior quantidade de melhorias no desempenho das fábricas (*Izmailov, 2014*).

A TOC permite o aparecimento de uma nova dimensão relativo à filosofia de gestão seguida ao mesmo tempo que oferece um desafio interessante às formas tradicionais de medir e analisar a rentabilidade dentro de uma empresa. Adotada dentro de uma grande variedade de organizações e ambientes, parece que as organizações que utilizam TOC determinaram que pode ajudá-las a alcançar uma série de objetivos de gestão, incluindo a melhoria contínua. A utilização da TOC, como qualquer outra forma de informação, deve ser orientada pelo objetivo ou requisitos que necessita cumprir. No final, o objetivo de cada organização é o mesmo; otimizar a rentabilidade, satisfazendo melhor os requisitos dos clientes do que a concorrência (Izmailov, 2014).

No estudo realizado por *Watson et al. (2007)*, este afirma que para melhor compreender a evolução histórica da TOC pode ser útil separar a sua avaliação em cinco épocas:

1. A Era da tecnologia de otimização da produção – criação das 9 regras de otimização;
2. A Era do “*The Goal*” – articulação do planeamento DBR (*Drum-Buffer-Rope*) (Goldratt & Cox, 1984);
3. A Era do Síndrome de *Haystack* – definição de medidas de desempenho para a TOC;
4. A Era do “*It’s Not Luck*” – aplicação do *Thinking Process* em vários setores (Goldratt, 1994);
5. A Era do “*Critical Chain*” – Aplicação do TOC a gestão de projetos (Goldratt, 1997).

Esta classificação é útil para ver como esta filosofia evoluiu ao longo do tempo e como têm vindo a evoluir o ponto principal das investigações da TOC (Watson et al., 2007). A solução da TOC mais impelmentada é o DBR. Por outro lado, a menos implementada é o *Thinking Process*, o que pode ser verificado pela literatura publicada ao longo dos anos. Esta solução foi construída para ser aplicada principalmente em sistemas complexos, dando aos gestores ferramentas para pensar estruturalmente sobre problemas e como resolvê-los, fornecendo soluções sustentáveis para as organizações (Gaspar et al., 2019).

Recentemente, a investigação evoluiu e poder-se-á assumir-se que existe um novo paradigma na metodologia TOC chamada a Era do TLS - integração da Teoria das Restrições com as metodologias *Lean* e *Six Sigma*. (Watson et al., 2007)

A figura 2-1 apresenta a evolução da TOC ao longo dos anos.



figura 2-1 Fluxogram cronológico da evolução da TOC até aos dias de hoje [Adaptado: Watson et al., 2007]

Principais Características

A TOC foca-se no sistema, primeiro sobre as restrições e depois sobre como todas as partes do sistema têm impacto no funcionamento da restrição. A metodologia TOC aplica os seus próprios processos de pensamento lógico visual baseados na lógica das ciências clássicas - causa e efeito - para compreender e melhorar sistemas de todos os tipos, mas particularmente, organizações (Dias & Tenera, 2016). A TOC pode ser considerada como uma teoria prescritiva que promove um aumento do desempenho do sistema baseado numa identificação e subsequente melhoria do principal estrangimento do sistema (que pode ser aplicado a uma organização ou a uma rede de organizações) de uma forma sistemática, sucessiva e contínua (Tenera & Abreu, 2008). Segundo Goldratt (1990), quando se lida com restrições, três questões centrais, relativas a mudança, necessitam de ser respondidas. Sendo elas as seguintes:

- (i) O que mudar?
- (ii) Mudar para o quê?
- (iii) Como causar a mudança?

Isto é, para determinar “O que mudar?” deve-se identificar as restrições do sistema; para identificar para o que se deve mudar, explora-se as restrições e subordina-se o sistema; e por último para determinar “Como causar a mudança?”, é necessário elevar a restrição. Este processo é explicado ao pormenor na secção seguinte.

Pode se resumir a filosofia da TOC em três medidas de desempenho. A produção é igual à receita de vendas menos o custo direto dos materiais - mede a velocidade a que a empresa ganha dinheiro. O inventário é o valor das matérias-primas ligadas ao trabalho em processo e aos produtos acabados. E, por último, as despesas operacionais são todos os custos de operações que não sejam custos diretos de materiais (Goldratt & Cox, 1984, 1992). Para modelos do tipo TOC, as despesas operacionais são consideradas fixas e, portanto, irrelevantes para qualquer decisão. Dos três termos, a produção é a mais importante, uma vez que diz à empresa que está a atingir o seu objetivo de ganhar dinheiro. Além disso, o aumento do rendimento significa que a taxa a que a empresa está a ganhar dinheiro está a aumentar (Izmailov, 2014).

A gestão de projetos TOC fornece uma solução abrangente para abordar as causas raiz e os mecanismos de resposta. A solução inclui:

1. Um processo de planeamento robusto
2. Um processo de programação mais eficaz
3. Uma metodologia para a introdução de trabalho que efetivamente conduz ao aumento da capacidade
4. Processos de execução que proporcionam um excelente controlo do projeto, visibilidade e apoio à decisão
5. Comportamentos de trabalho que são mais conducentes a um bom desempenho do projeto.

Metodologia

Goldratt desenvolveu um processo de implementação muito robusto que consiste em cinco fases, descritas no “*The Goal*” (Goldratt & Cox, 1984). Cada fase assenta na fase seguinte e cada uma é especificamente concebida em torno de uma progressão lógica de obtenção do verdadeiro apoio e colaboração dos participantes. A isto chama-lhe Processo de Aperfeiçoamento *On-going* (figura 2-2). As etapas são:

(i) Identificar a restrição do sistema - Uma vez que a restrição do sistema determina o desempenho do sistema, segue-se logicamente que o desempenho máximo do sistema só pode ser alcançado se se souber onde está a restrição organizacional. É, portanto, essencial que o constrangimento seja identificado como um primeiro passo. As restrições podem ser físicas se a questão estiver relacionada com equipamento, materiais ou recursos ou política se for causada pelo mercado, política de gestão, funções ou intervenientes, normas ou medidas (Dias et al., 2019).

(ii) Decidir como explorar a restrição do sistema - A reação natural na gestão tradicional é livrar-se imediatamente das restrições investindo dinheiro na mesma. Contudo, isto não é o que está a ser feito no âmbito da gestão TOC, uma vez quebrado um constrangimento, haverá um novo. Como segundo passo, a exploração da restrição tenta fazer um uso ótimo da limitação imposta. Por outras palavras, significa fazer uso do que está atualmente disponível. Esta etapa define as regras de gestão apenas para a restrição. Por implicação, esta etapa só pode ser utilizada quando se tratam de restrições físicas, um problema que será ultrapassado com os pontos de decisão propostos no âmbito das cinco fases.

(iii) Subordinar o sistema às decisões efetuadas - Esta etapa trata de todas as não restrições que os obrigam a trabalhar de forma a apoiar a restrição, mas não fazendo mais do que isso. Para os não constrangimentos, que por definição devem ter mais capacidade do que o constrangimento, fazer algo mais só produzirá trabalho em progresso que não pode ser tratado pelo constrangimento, levando assim a um trabalho em progresso desnecessário sem aumentar as vendas. A etapa 3 trata apenas da(s) regra(s) de gestão para os não constrangimentos, por vezes referida(s) como a ética ou comportamento dos corredores da estrada. O grau de utilização das não restrições deve ser determinado tendo em conta a capacidade e a utilização do constrangimento, e não através do seu potencial.

(iv) Elevar a restrição do sistema - Quando não for possível melhorar ainda mais o sistema com exploração e subordinação, o passo seguinte seria elevar a capacidade da restrição. Isto implica acrescentar capacidade física, o que, ao contrário da exploração, normalmente exige investimento ou despesas, e requer um lapso de tempo antes que esta intervenção possa ser concluída. Uma vez acrescentada a capacidade à restrição existente, esta pode ser quebrada, o que poderá implicar uma nova restrição ou que a mesma se mantenha, mas tendo agora uma capacidade superior, resultando num nível de desempenho do sistema mais elevado.

(v) Avaliar - Se em qualquer das etapas anteriores a restrição for resolvida, voltar à etapa 1. Se se verificar a resolução da restrição, é necessário o regresso à etapa 1, uma vez que haverá um novo constrangimento. Isto permite embarcar num processo de melhoria contínua. Se, por outro lado, a restrição não tiver sido resolvida pela elevação, então é necessário continuar com os passos 2 e 3, exploração e subordinação (Goldratt & Cox, 1984, 1992).

Ronen & Spector (1992) alargaram o processo de melhoria contínua, acrescentando duas etapas preliminares, redefinindo-o como um método de sete etapas, (i) definir o objetivo do sistema e (ii) determinar as medidas de desempenho global. Por outro lado, Pretorius (2014) sugere três pontos intermédios de decisão que se intercalam com os cinco passos sugeridos. Sendo estes os seguintes:

a) A restrição é física?

Dada a restrição identificada na etapa 1, avaliar se esta é uma restrição física ou comportamental/política (não física). Se o constrangimento identificado for físico, passar à etapa 2. Caso contrário, saltar para a etapa 4 e proceder à conceção de uma nova política comportamental. Nesta situação, a etapa 4 perde o significado de elevar, que mudará para substituir.

b) É possível a subordinação do sistema à restrição?

O ponto de decisão seguinte trata de garantir que foi escolhido a restrição física correta. A escolha do constrangimento errado, será um impedimento para o retorno das melhorias esperadas, o que torna este ponto de decisão importante. Este será quase automaticamente atingido se a restrição errada tiver sido escolhida, uma vez que a restrição real será agora subordinada a um constrangimento não restritivo, algo que é fisicamente impossível, e que se tornará visível quase imediatamente. Se a subordinação não for possível, isto é, se a entidade errada tiver sido escolhida como a restrição, é necessário retornar ao passo 1. Se a subordinação é possível, ou seja, a restrição correta foi escolhida, proceder ao ponto de decisão c).

c) A restrição está resolvida ou prestes a ser ultrapassada?

Após as etapas 2 e 3 terem sido concluídas, a restrição deve ser avaliada para determinar se está resolvido ou prestes a ser ultrapassada. Se a restrição for ultrapassada não será necessário prosseguir para o 4º passo, podendo-se transitar para o último passo do processo (5º passo). No entanto, caso a restrição identificada se mantiver deve-se prosseguir para o 4º passo.

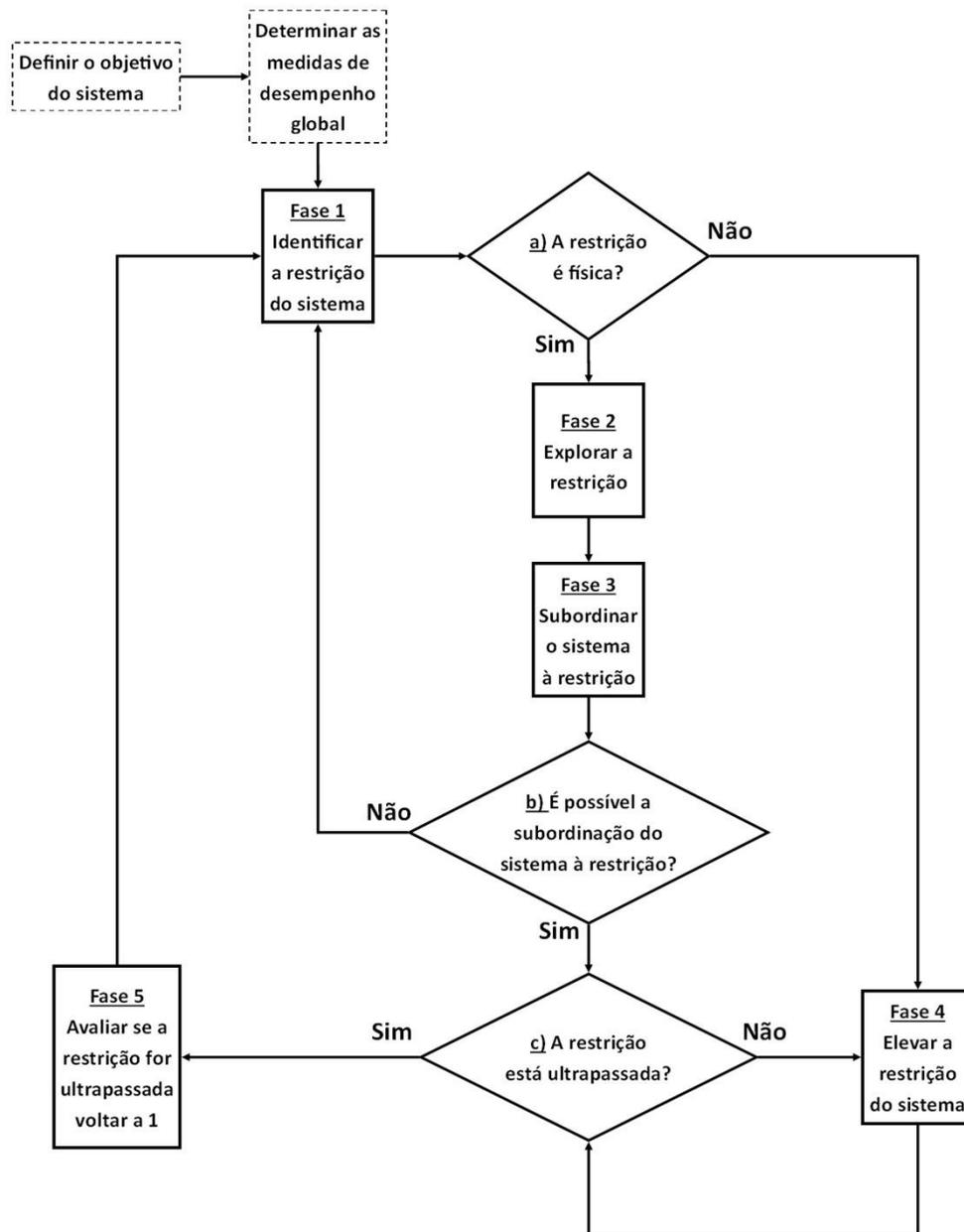


figura 2-2 Processo de Aperfeiçoamento On-going – as 2 etapas preliminares, as 5 fases da TOC e os respetivos pontos intermédios de decisão [Adaptado: Pretorius (2014)]

As principais vantagens destes passos intermédios são: não ser necessário investimentos elevados, caso existam opções economicamente mais rentáveis para a resolução da restrição; originam benefícios imediatos, uma vez que é explorada a capacidade já existente; e, por fim, permitem a realização de estudos intermédios entre a identificação e a fase de investimento, o que origina inevitavelmente benefício, isto porque se existir algum erro durante o processo de identificação da restrição e esta for mal identificada, será detetado a tempo, não se investindo capital em capacidade desnecessária (Pretorius, 2014).

No que diz respeito à classificação das restrições, estas pode ser de dois tipos: restrições físicas e não físicas. Uma vez que uma restrição é tudo o que limita o sistema, pode ter-se, por exemplo, uma capacidade de produção limitada ou uma procura de mercado limitada (restrições físicas), ou pode ser que se esteja limitado por más políticas de gestão ou mau comportamento humano (restrições não físicas) (Goldratt, 1990b). Segundo Cohen, no que diz respeito às restrições físicas, pode-se ter uma restrição interna (falta de capacidade de produção ou uma restrição de lead time), ou uma restrição externa (falta de capacidade de compra no mercado) (Cohen, 2009).

Identificação da Restrição

Apesar de existirem diversas formas de identificar as restrições do sistema decidiu-se realizar uma pesquisa da bibliografia existente sobre duas opções inovadoras, a árvore dos objetivos e o diagrama de interferências.

- **Árvore de objetivos**

Quando consideramos que o objetivo é o resultado lógico de satisfazer fatores críticos de sucesso, e que estes são o resultado da combinação de tarefas ou atividades funcionais componentes, uma hierarquia visual sugere-se naturalmente a si própria.

Esta estrutura é referida como uma *Árvore de Objetivos* (*Goal Tree*) (figura 2-3). Ela realiza duas coisas. Primeiro, revela a hierarquia lógica das condições necessárias que estão na base do objetivo. Os fatores críticos de sucesso são, afinal de contas, condições necessárias de alto nível. A segunda coisa que a *Árvore dos Objetivos* faz é revelar relações laterais entre camadas de condições necessárias que podem não ser óbvias. Esta hierarquia visual fornece uma imagem mais rica dos requisitos para o sucesso organizacional (Dettmer, 2011).

Uma *Árvore de Objetivos* proporciona uma relação vertical semelhante entre níveis de objetivos. De facto, seria correto caracterizar a *Árvore de Objetivos* como uma hierarquia agrupada de objetivos e fatores críticos de sucesso. O fator crítico de sucesso, ou talvez uma condição de apoio necessária, a um nível superior, é suscetível de ser uma meta de um nível inferior. Esta configuração é importante a ter em mente, porque permite aos quadros superiores demonstrar claramente uma ligação entre os esforços diários e o sucesso a longo prazo da organização. Uma *Árvore de Objetivos* efetivamente construída delinea claramente as dependências laterais entre os vários componentes do sistema organizacional (Dettmer, 2011).

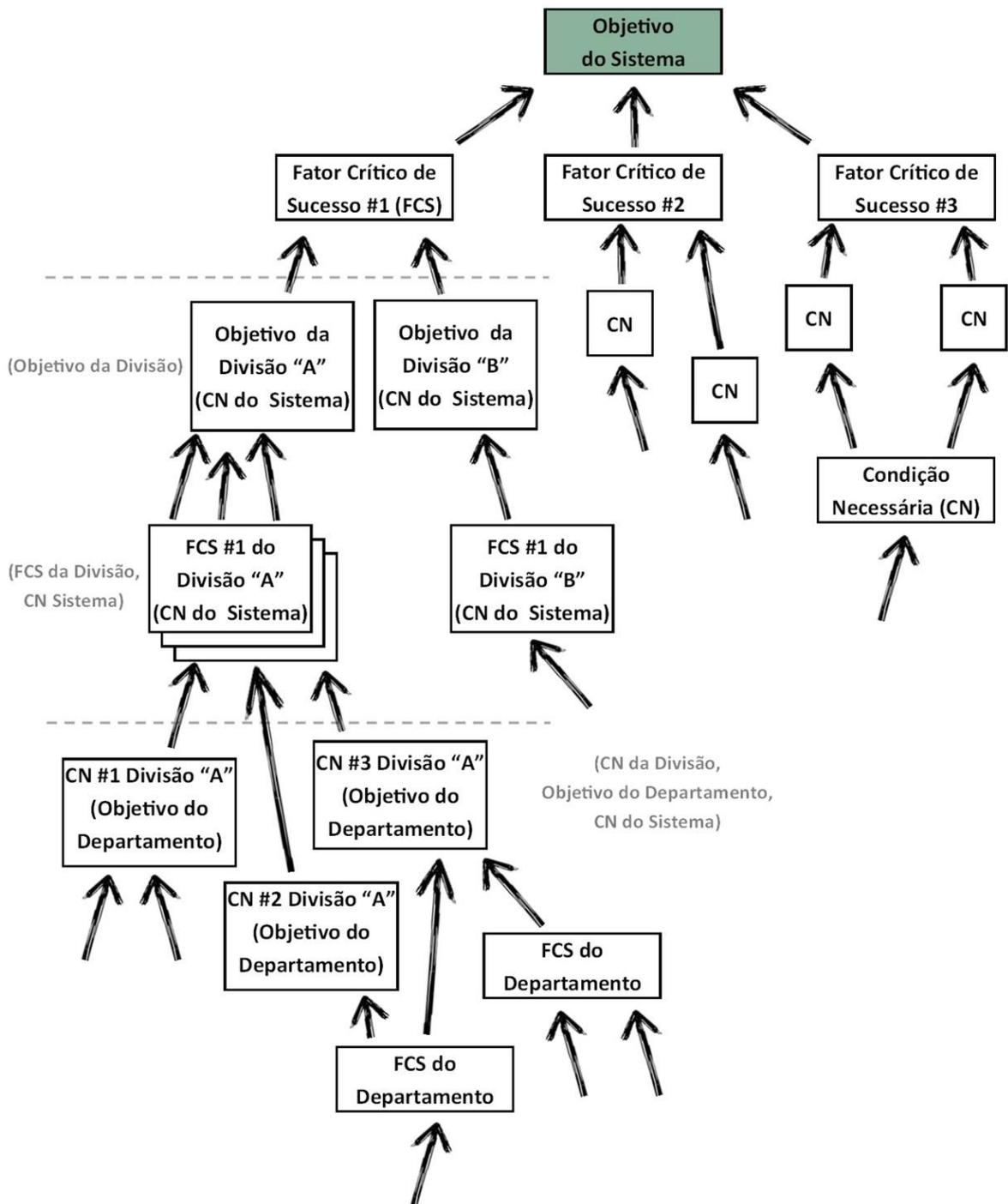


figura 2-3 Árvore de Objetivos [Adaptado: Dettmer (2011)]

- **Diagrama de interferências**

O Diagrama de Interferências (DI) é uma ferramenta de pensamento que oferece a capacidade de definir aquelas 'interferências' ou obstáculos, que bloqueiam ou dificultam a capacidade do sistema, alcançar um objetivo ou resultado específico. Esta ferramenta é utilizada para dar superfície verbal e visual a estas interferências.

O conceito e a estrutura de um DI são simples, primeiro, no centro de um quadro branco ou de um *flip chart*, deve ser escrito qual é o objetivo pretendido. Em seguida, pensa-se "O que impede de alcançar o objetivo?". As respostas a esta pergunta tornam-se nas interferências que se escrevem no diagrama, nas pequenas caixas que rodeiam o objetivo. Continua-se a listar as interferências até obter uma lista bastante completa, ou pelo menos suficiente para avançar. Isto funciona melhor se as declarações de interferência se mantiverem curtas e explícitas. Deve-se também, com a ajuda das pessoas peritas no assunto preencher as interferências, é importante estimar o tempo médio por dia ou semana que é despendido em cada interferência e manter os valores de tempo consistentes, tais como minutos por dia ou semana.

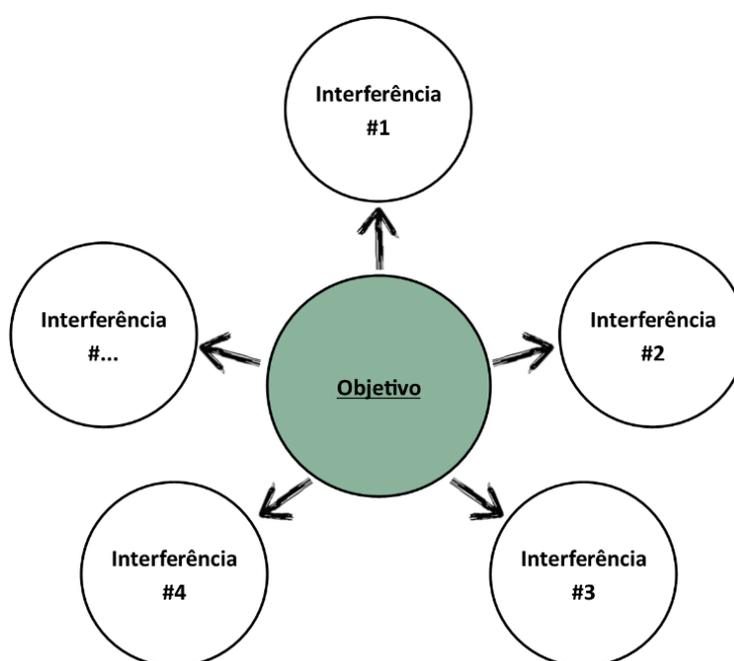


figura 2-4 Diagrama de Interferências

Uma vez obtidas todas as interferências e estimativas de tempo, criar um gráfico de Pareto ou um gráfico circular para tornar clara para todos a ordem de prioridade das interferências.

O DI é uma boa ferramenta para encontrar e explorar a capacidade oculta de uma operação restrição. É uma ferramenta que ajuda uma empresa a analisar como poderia obter mais do constrangimento, verbalizando e visualizando as coisas que a restrição poderia ou deveria deixar de fazer, a fim de libertar mais tempo para fazer obter mais resultados (Sproull & Nelson, 2012).

2.2. Fundamentos de *Lean* e ferramentas

O sistema de produção *Lean* foi divulgado por um grupo de professores do Instituto de Tecnologia de *Massachusetts*, é uma filosofia baseada nos princípios *Lean* desenvolvidos na *Toyota* por *Taiichi Ohno*, a meio do século XX (Dias et al., 2019) (figura 2-5).

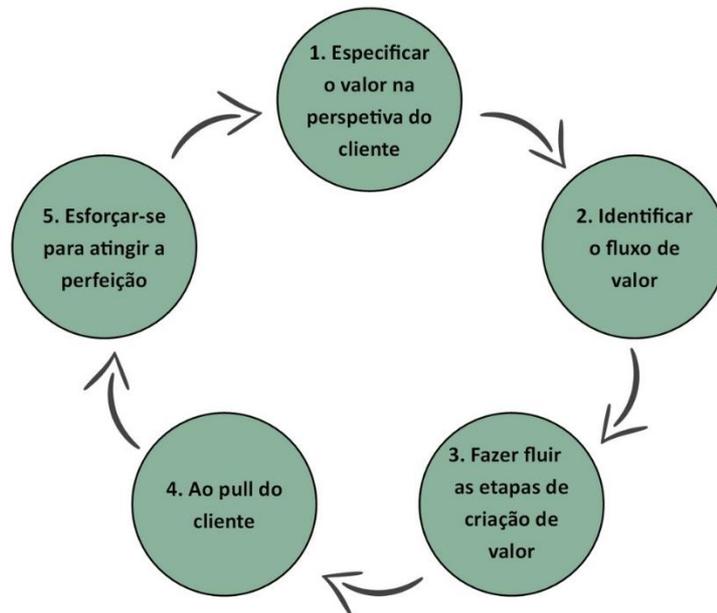


figura 2-5 Os cinco princípios Lean [Adaptado: Hines et al. (2011)]

1. Especificar valor - Especificar o que não cria valor do ponto de vista do cliente e não na visão das empresas, funções e departamentos individuais;

2. Identificar o fluxo de valor - Identificar todas as etapas necessárias para produzir e encomendar o produto em todo o fluxo de valor para destacar os resíduos que não agregam valor;

3. Criar fluxo de valor - Fazer fluir as ações que criam fluxo de valor sem interrupção, desvios, refluxos, espera ou desperdícios;

4. Pull - Fazer apenas o que é pedido pelo cliente;

5. Perseguir a perfeição - Procurar a perfeição, removendo continuamente as sucessivas camadas de resíduos à medida que são descobertas (Hines et al., 2011).

A metodologia *Lean* concentra-se na melhoria dos processos e consiste em disciplina, prática diária e ferramentas. Enfatiza fortemente o desenvolvimento e crescimento de uma cultura através da repetição prática. *Lean* é uma abordagem sistemática para reduzir o desperdício, tentando continuamente melhorar e manter a taxa de produção de acordo com as exigências do cliente, dando prioridade à adição de valor, eliminando os processos repetitivos e de valor nulo no ciclo de fabrico. A metodologia *Lean* tenta eliminar tudo o que não acrescenta valor. Melhora a competitividade através da redução do inventário e dos prazos de entrega, melhorando também a qualidade global do processo (Singh & Kumar, 2020).

A abordagem *Lean* toma como principais medidas as seguintes:

- I. Minimização dos resíduos
- II. Abordagem *Just-in-time*
- III. Abordagem baseada em valores
- IV. Melhoria contínua
- V. Sistema de Gestão de Qualidade
- VI. Agilidade para a mudança necessária
(Singh & Kumar, 2020)

O conceito de desperdício, com a sua origem no termo japonês "MUDA", é qualquer atividade que consuma recursos, mas que não cria qualquer valor. Os esforços *Lean* estão fortemente concentrados na redução dos 7 MUDA (Hemalatha et al., 2021) (tabela 2-1).

Tabela 2-1 Os 7 MUDA [Adaptado: Dias et al. (2019)]

<i>MUDA</i>	Descrição	Ferramentas <i>Lean</i> recomendadas
Sobreprodução	Produzir algo quando não é necessário. Resulta em excesso de inventário, recursos, utilização de energia e materiais. Gera perda de flexibilidade de planeamento.	- <i>Kanban</i> - SMED - <i>Takt Time</i>
Defeitos	Produtos que necessitam de reprocessamento ou de ser eliminados. As causas principais são falta de qualidade, baixo desempenho ou falhas humanas. Provoca uma diminuição da produtividade.	- <i>Standard Work</i> - <i>Poka-Yoke</i> - <i>Jidoka</i>
Excesso de inventário	Quantidades de inventário superiores às necessidades imediatas, causam custos de posse de material desnecessários e uma menor taxa de serviço do cliente.	- <i>Pull system</i> - <i>Heijunka</i> - <i>Just-in-time</i>
Processamento inapropriado	Resulta em incompatibilidades entre os processos e as ferramentas necessárias para fazer um produto.	- <i>Kaizen</i>
Transporte desnecessário	Pode ser reduzido por mudança de layout, sistema de transporte ou alteração de uma célula de produção.	- VSM - <i>Continuous flow</i>
Espera	A inatividade por um longo período devido a operadores e material e a falta de informação pode resultar num fluxo deficiente e num aumento do <i>Lead Time</i> .	- <i>Standard Work</i> - <i>Heijunka</i> - SMED
Movimento desnecessário	Má organização dos locais de trabalho devido a uma ergonomia fraca, desmotivação dos operadores ou falta de formação e disposição inadequada.	- 5S - VSM

Ao determinar a fonte de desperdício, quer seja pela utilização de materiais de qualidade inferior ou processos de fabrico ineficientes, e depois utilizando as ferramentas *Lean* é possível poupar dinheiro, recursos, e aumentar a rentabilidade de qualquer empresa. Além disso, aumenta a capacidade de sobreviver e prosperar num ambiente competitivo de mudança contínua e imprevisível, reagindo rápida e eficazmente a mercados dinâmicos e competitivos, impulsionados por produtos e serviços personalizados. *Lean* é uma abordagem colaborativa de vários parâmetros no sentido da maximização dos benefícios ou da produção com o mínimo de desperdício. A produção *Lean* tem como objetivo principal produzir o produto de acordo com as exigências do cliente, assim pretende-se apoiar a melhoria da eficiência dos sistemas de produção. Concentrando-se

assim na melhoria contínua, na eliminação de desperdícios, na relação custo-benefício, na gestão de alta qualidade de projetos e cadeias de abastecimento, e na melhoria das comunicações, e tendo grande foque no utilizador. "*Lean* permite alcançar uma utilização equilibrada de pessoas, materiais e recursos. Isto permite às empresas reduzir custos, eliminar desperdícios e entregar projetos a tempo"(Hemalatha et al., 2021).

O processo de implementação de *Lean* envolve as seis etapas seguintes:

1. Especificar o valor - *Lean* tenta criar um ambiente sem desperdícios, classificando cada atividade como uma das duas primeiras:

- Valor acrescentado (reter)
- Valor acrescentado comercial (pode ser eliminado mais tarde)
- Valor não acrescentado (eliminar agora)

2. Identificar o fluxo de valor - Mapear os fluxos necessários para desenhar, encomendar e fazer com que cada produto comece e termine com o cliente.

3. Fazer fluir o fluxo de valores sem interrupções - Para se conseguir tal sistema, é essencial que as variações sejam grandemente reduzidas e, sempre que possível, eliminadas. A metodologia concentra-se em expor, destacar e eliminar continuamente tais interrupções. *Lean* sugere o equilíbrio dos *takt times* (o tempo para realizar uma operação) para que não haja interrupções no fluxo de trabalho. Reconhece a realidade e estabelece *takt times* ligeiramente inferiores à capacidade de cada operação, de modo que haja uma capacidade de recuperação quando ocorrem pequenas interrupções. Esta capacidade extra ou protetora é análoga à utilização de amortecedores de tempo pela TOC para proteger as restrições contrarruturas. *Lean* espalha esta capacidade de proteção uniformemente por todo o sistema, enquanto a TOC, concentra-a em operações chave.

4. Deixar o cliente retirar valor do produtor - O conceito final é responder às necessidades do consumidor de um produto, o que requer uma ligação estreita entre quando o produto é produzido e quando é consumido.

5. Perseguir a perfeição - Este aspeto de *Lean* enfatiza tanto a necessidade de um impulso incessante para melhorias incrementais contínuas como a necessidade de mudanças radicais ocasionais.

6. Implementar com agilidade - Este passo enfatiza a necessidade de um impulso incessante para melhorias incrementais contínuas - faça mais do que tem vindo a fazer para que as variações inerentes ao fluxo de trabalho se tornem cada vez menos, resultando num sistema fluvial mais suave e de fluxo mais rápido. A prática, a repetitividade e a persistência são enfatizadas a fim de desenvolver um sistema fluvial perfeito. *Lean* também reconhece que periodicamente há necessidade de mudanças radicais e fornece uma ferramenta (*kaikakku*) para melhorias mais quânticas.

Em suma, *Lean* fornece um conjunto impressionante de ferramentas para eliminar desperdícios e criar um sistema de fluxo rápido e salienta que elas são utilizadas de forma repetitiva, persistente e disciplinada em todos os aspetos da empresa (Pirasteh & Fox, 2011).

2.3. Fundamentos de *Six Sigma* e ferramentas

Em 1980, *Bill Smith*, engenheiro da Motorola, introduziu um sistema de produção sem defeitos, também conhecido por *Six Sigma* (Guleria et al., 2022). Foi desenvolvido com a finalidade de melhorar a qualidade dos produtos em que a elevada quantidade de componentes resultava frequentemente numa correspondente elevada probabilidade de produtos finais defeituosos. O *Six Sigma* melhora a produtividade através da redução da variação (Gleeson et al., 2019). É uma estratégia empresarial utilizada com o objetivo de melhorar a rentabilidade empresarial, para melhorar a eficácia e eficiência de todas as operações e para exceder ou satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes (Dias & Tenera, 2016).

Six Sigma é a metodologia de tendência que proporciona uma abordagem rigorosa e estruturada para ajudar a gerir e melhorar a qualidade e o desempenho e resolver problemas potencialmente complexos. *Six Sigma* concentra-se principalmente na identificação e remoção de tudo o que cause variação no processo (Kharub et al., 2021). A base estatística da metodologia é tentar otimizar os processos até uma taxa de eficiência de 99,99966%. O σ (*Sigma*) é uma letra grega e refere-se a um desvio padrão da variabilidade do processo, pelo que em *Six Sigma* o objetivo é que todos os processos tenham uma variabilidade inferior a seis desvios padrão em comparação com a média do processo (Dias et al., 2019).

O *Six Sigma* utiliza o ciclo DMAIC, cinco etapas lógicas de melhoria do processo:

1) Define (D): Tipicamente nesta fase é montada uma equipa, é desenvolvida um desenho do projeto, são definidos os requisitos críticos de qualidade do cliente e é criado um mapa do processo. O desenho definirá claramente a motivação empresarial para a realização do projeto, indicará o problema, definirá o âmbito, estabelecerá objetivos e marcos e explicitará os papéis e responsabilidades dos membros da equipa. Ao identificar as questões críticas para a qualidade (CTQ's), devem ser definidas as características do cliente que têm maior impacto na qualidade. Depois, o mapa do processo, denominado SIPOC (Fornecedores; Entradas; Processo; Saídas; Cliente), define um mapa do processo de alto nível do foco do projeto.

2) Measure (M): Nesta etapa, definimos o que medir - desenvolver um plano para a recolha de dados e realizar um estudo de capacidade de base para calcular o sigma de base.

3) Analyze (A): É importante não saltar para melhorar antes de verificar a razão da existência do problema. Assim, as principais áreas a procurar as causas dos defeitos são identificadas pela Análise de Dados; Análise do Processo e Análise da Causa Raiz.

4) Improve (I): Esta etapa toma todos os dados das etapas D, M e A e desenvolve, selecciona e implementa soluções que irão reduzir a variação num processo.

5) Control (C): Sustenta o novo processo através de um plano de monitorização robusto esperado (Dias & Tenera, 2016).

Utiliza-se a metodologia *Six Sigma* DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*) para remover sistematicamente os resíduos e para reduzir o retrabalho ou a rejeição, eliminando a variação do processo. Esta metodologia pode ser aplicada para eliminar todo o tipo de problemas incorridos em qualquer processo, sendo que é amplamente utilizada nas indústrias (Kharub et al., 2021). *Six Sigma* procura encontrar e eliminar as causas dos erros ou defeitos nos processos empresariais, concentrando-se nos resultados que são de importância crítica para os clientes (Guleria et al., 2022).

Existem três tipos de estruturas de implementação *Six Sigma*:

- *Six Sigma role structure* (SSROLE): a organização utiliza especialistas que são desenvolvidos através de programas de formação e certificação *Six Sigma* e que têm papéis de liderança e responsabilidades específicas nas equipas de melhoria;
- *Six Sigma structured improvement procedure* (SSIMP): a organização segue um procedimento padronizado no planeamento e condução de projectos de melhoria ou projectos de concepção e utiliza ferramentas e técnicas apropriadas de gestão da qualidade, conforme prescrito em cada etapa do procedimento estruturado;
- *Six Sigma focus on metrics* (SSMET): a organização utiliza métricas quantitativas para medir o desempenho, e para estabelecer objectivos de melhoria.

A estrutura do *Six Sigma* é uma prática de infra-estruturas, que inclui o recrutamento, seleção, formação e desenvolvimento de indivíduos talentosos em vários níveis (Master Black Belt, Black Belt, Green Belt, e Yellow Belt) (Guleria et al., 2022).

A adopção do *Six Sigma* envolve frequentemente grandes investimentos em formação, apoio consultivo, reorganizações e sistemas de informação associados, o que constitui um desafio para as pequenas empresas que normalmente enfrentam limitações financeiras e de recursos humanos. Além disso, muitas pequenas e médias empresas (PMEs) não estão convencidas dos benefícios da introdução, desenvolvimento e implementação do *Six Sigma*, apesar de existirem diversos casos de sucesso em grandes organizações. É imperativo que as pequenas empresas tenham um forte compromisso de gestão e boas capacidades de liderança antes de embarcar na iniciativa *Six Sigma* (Costa et al., 2020). Sabe-se também que os anos de experiência afectam consideravelmente o grau de adopção das práticas do *Six Sigma*. Quanto maior for o nível de experiência da empresa, maior será o grau de adopção das práticas (Guleria et al., 2022).

2.4. Sistemas Integrados/híbridos - Teoria das Restrições, *Lean* e *Six Sigma* (TLS)

2.4.1. Comparação das três metodologias

Neste momento deparamo-nos, uma vez mais, com uma mudança de paradigma no pensamento no mundo da manufatura. A partir da síntese da Teoria das Restrições, das ferramentas de produção *Lean* e das técnicas de melhoria contínua *Six Sigma*, promove-se a melhoria do desempenho medido ao longo de períodos de anos.

As três metodologias de melhoria contínua apresentados contêm diferentes métodos para melhoria processual dos processos produtivos das empresas. A seguinte tabela apresenta algumas das características de cada uma das metodologias segundo Silva (2015) e Okimura (2013).

Tabela 2-2 Análise comparativa das características das 3 metodologias [Adaptado: Silva (2015) e Okimura (2013)]

	TOC	<i>Lean</i>	<i>Six Sigma</i>
Teoria	Gestão das restrições	Eliminação dos desperdícios (<i>MUDA</i>)	Redução dos defeitos e da variação
Foco	Foco no aumento das receitas, possível devido aos esforços realizados na exploração das restrições e na subordinação dos restantes processos à mesma	Foco na criação de valor e em atingir a perfeição, em termos do fluxo de materiais e da informação	Foco no problema principal, reduzindo ao mesmo tempo a variabilidade
Pressuposto	Destaque para o volume e a velocidade. Utilizar as interdependências dos processos e os sistemas existentes.	Várias melhorias pequenas poderão ter maior impacto que a análise sistemática. Melhoria do desempenho pela eliminação dos desperdícios.	Valorização da estatística e números. O impacto no sistema irá melhorar se se reduzir a variabilidade de todos os processos.
Efeito primário	Ganhos rápidos	Redução do tempo de fluxo	Processo uniforme/Padronização
Efeito secundário	Redução de desperdícios e de inventários. Melhoria da qualidade. Contabilidade de ganhos.	Redução da variação e dos inventários. Melhoria da qualidade. Padronização. Novo sistema contabilístico.	Redução dos inventários e dos desperdícios. Melhoria da qualidade. Ganhos rápidos.
Críticas	Análise de dados não é avaliada. Mínimo trabalho inicial.	Estatística ou sistema de análise não são avaliados.	Melhorias de processos de forma independente. Interação do sistema não é considerada.
Impacto financeiro	Melhorar ganhos	Redução do inventário e dos custos operacionais	Redução dos custos operacionais

Embora a TOC, *Lean* e *Six Sigma* tenham originado diversos benefícios para as empresas quando utilizados, existem diversas tentativas de integração desses métodos bem sucedidas, sejam estas em pares ou todos simultaneamente (Okimura, 2013).

Estas três metodologias possuem princípios, características e ferramentas de diferentes origens e está comprovado que os seus efeitos primários e secundários causam impactos positivos a nível financeiro, no entanto há diferenças relativamente ao foco das diferentes abordagens. A TOC foca-se na identificação e eliminação da restrição do sistema. A gestão da restrição origina a possibilidade de obter melhorias sistémicas, tais como a redução dos inventários, o que pode possibilitar maiores ganhos. Por outro lado, A TOC contém ferramentas próprias para resolução de problemáticas, formulação de estratégias, bem com apoio ao processo de decisão. A metodologia *Lean* possui como principal foco o fluxo, tentando eliminar os desperdícios (*MUDA*) que não agregam valor ao cliente, reduzindo a variação, aumentando a qualidade e a padronização e reduzindo os stocks. Por fim, a metodologia *Six Sigma* foca-se no problema, tendo como objetivo a redução da variação e defeitos do processo. Baseia-se na aplicação de métodos próprios e ferramentas estatísticas para resolução dos problemas, o que possibilita a eliminação destes na causa raiz, melhorando-se a qualidade, garantindo a padronização e mantendo o processo uniforme (Silva, 2015).

As implementações dos três métodos em estudo são realizadas sob a perspetiva “*Top-Down*” (de cima para baixo), tornando-se necessariamente preciso o apoio e inclusão da alta liderança da empresa, bem como o auxílio de serviços de especialistas externos, por exemplo serviços de consultoria, e um método bem estruturado (*roadmap*) para concretização do modelo. Apesar de cada modelo possuir as suas próprias metas têm todos propósitos semelhantes, gerar mais lucros para a empresa (Okimura, 2013). No entanto, em sistemas industriais e de serviços, ao aplicar estas metodologias de melhoria contínua é fundamental seguir os ciclos de melhoria inerentes, para assegurar o acompanhamento do planeamento, bem como o cumprimento das outras fases dos ciclos (Gaspar et al., 2019).

Ao ser realizada uma análise isolada a cada método por parte da organização, poderão ser encontradas dificuldades em escolher quais métodos a deveriam orientar e, quais poderão trazer maiores benefícios ao longo do tempo. Ao analisar as forças e fraquezas dos diversos métodos é possível identificar lacunas que poderão ser suprimidas pelas demais metodologias, caracterizando o efeito de complementaridade dos três métodos.

Através da análise da tabela 2-3 é possível afirmar que a quantidade de pontos de sobreposição é superior aos aspetos de exclusão das três metodologias, isto confere a viabilidade de construir modelos integrados direcionados para melhoria contínua de processos, com o objetivo de aumentarem a competitividade e promovendo a robustez das atuais estratégias das organizações.

Tabela 2-3 Complementaridade dos três métodos [Adaptado: Silva (2015) e Okimura (2013)]

	Teoria das Restrições (TOC)	Lean Production (LP)	Six Sigma (SS)
Forças	<p>1-Promove a simplificação de processos e administração de recursos através do foco nas restrições para a gestão de um processo, bem como os esforços de melhoria (exploração).</p> <p>2-Avalia todos os processos dentro de um contexto sistêmico para garantir que os recursos não estão limitados a capacidade das não restrições (o local de otimização do problema).</p> <p>3-Distingue restrição política e física.</p> <p>4-Promove a direção apropriada na melhoria dos indicadores (Ganhos, inventário e custos operacionais).</p>	<p>1-Proporciona uma estratégia apropriada para integrar melhorias através do mapeamento do fluxo de valor e o foco para maximizar a agregação de valor e redução do desperdício (<i>MUDA</i>).</p> <p>2-Promove diretamente e defende avanços radicais na inovação.</p> <p>3-Ênfase na resposta rápida para oportunidades óbvias.</p> <p>4-Mudança de cultura e do trabalho local e resistência a mudança são suportadas pelo envolvimento direto da equipe em todos os níveis hierárquicos.</p>	<p>1-O rigor e a disciplina da abordagem estatística são usados para resolver problemas complexos, visto que não podem ser solucionados pela simples intuição ou tentativa e erro.</p> <p>2-A coleta de dados suporta os objetivos do business case, e confere apoio da gestão para obter recursos.</p> <p>3-O foco na redução da variação direciona para a redução dos riscos e melhora a previsibilidade.</p>
Fraquezas	<p>1-Muito ênfase na exploração da restrição pode levar a aceitar ou tolerar grandes perdas nos processos que não são restrições do sistema.</p> <p>2-Se o processo subjacente é fundamentalmente inadequado, não importa o quão bem gerido, ele pode não alcançar as metas e objetivos.</p> <p>3-Não trata diretamente da necessidade de mudança cultural. O processo de mudança da TOC é muito orientado tecnicamente e reconhece plenamente a necessidade das técnicas de TQM (<i>Total Quality Management</i>) e outros métodos de melhoria contínua.</p>	<p>1-Pode promover a tomada de riscos sem o equilíbrio razoável com as consequências.</p> <p>2-Pode não demonstrar suficiente evidências dos benefícios do negócio perante uma gestão tradicional.</p> <p>3-Tem limitações quando lida com problemas de interatividade complexas e recorrentes (usa a solução de problema por tentativa e erro).</p>	<p>1-Métodos estatísticos não são bem adequados para análise da integração do sistema. Pode se calcular o nível sigma para uma especificação do produto, mas não se pode ter certeza de como estabelecer o nível sigma para as interações dos processos e falhas.</p> <p>2-Forte dependência nos métodos estatísticos, pois a natureza do processo é reativa, uma vez que requer uma repetição do processo para desenvolver tendências e níveis de confiança.</p> <p>3-O forte foco no processo estável pode levar a total aversão ao risco e poderá penalizar abordagens inovadoras que, pela sua natureza será instável e variável.</p>
Complementaridade	<p>↓1TOC - ↑1LP e 2SS</p> <p>↓2TOC - ↑2LP</p> <p>↓3TOC - ↑4LP</p>	<p>↓1LP - ↑3SS</p> <p>↓2LP - ↑2SS e 4TOC</p> <p>↓3LP - ↑1SS e 3TOC</p>	<p>↓1SS - ↑1LP e 2TOC</p> <p>↓2SS - ↑2 e 3 LP</p> <p>↓3SS - ↑2LP</p>

Segundo (Silva, 2015),(Okimura, 2013) e (Pacheco, 2014), as três metodologias apresentam complementaridade:

- A *Lean* possui foco no fluxo, tendo como objetivo a redução de perdas e, consequentemente, a agregação de valor por parte do cliente. Com o objetivo de promover uma mudança cultural focada na melhoria contínua dos sistemas produtivos é

necessário a implementação de ferramentas que permitam o mapeamento do fluxo de valor e a resolução de problemas envolvendo todos os níveis hierárquicos da organização;

- *Six Sigma* foca-se no problema, o que permite atingir os objetivos de reduzir a variabilidade e os defeitos, aumentando a estabilidade dos processos e correspondente previsibilidade. Possui um método próprio, estruturado e disciplinado. Resolve problemas complexos com o auxílio de ferramentas estatísticas, o que possibilita a eliminação do problema na causa raiz, provocando melhorias no desenvolvimento de novos produtos e na qualidade dos processos;

- A TOC possui foco na restrição do sistema onde se concentram todas as ações de melhoria. A correta gestão da restrição permite, por um lado, melhorias sistemáticas e, por outro, a redução dos inventários. Proporciona as condições necessárias para a melhoria das medidas de desempenho (Ganhos, Inventários e Custos Operacionais), uma vez que possui um sistema de contabilidade de ganhos.

2.4.2. Modelos TLS e potenciais benefícios

Segundo (Moura, 2012) e (Silva, 2015), existem sinergias entre as três metodologias, sendo que se encontram resumidas na Tabela 2-4:

Tabela 2-4 Principais sinergias de TOC, *Lean* e *Six Sigma* [Adaptado: (Moura, 2012)]

	TOC é ajudada:	<i>Lean</i> é ajudada:	<i>Six Sigma</i> é ajudada:
TOC ajuda:	-	O <i>Thinking process</i> e o <i>Critical chain</i> ajudam a gerir projetos <i>Lean</i> . Os conceitos e ferramentas de TOC são utilizados de forma a ajudarem a melhor gestão do fluxo das restrições.	A contabilidade de ganhos da TOC permite melhorar a avaliação do impacto financeiro das melhorias. Aumento do foco nos projetos de melhoria <i>Six Sigma</i> .
<i>Lean</i> ajuda:	Os conceitos e ferramentas <i>Lean</i> ajudam na implementação de soluções TOC, uma vez que fornecem menor dependência de computadores, melhor controlo visual, e, por outro lado, permitem o maior envolvimento dos colaboradores nos projetos de melhoria.	-	Os conceitos e ferramentas <i>Lean</i> ajudam a focar o <i>Six Sigma</i> na eliminação dos desperdícios, redução da variação e aumento da satisfação dos clientes, o que permite os processos tornarem-se mais rápidos e com tempo de resposta mais rápidos.
<i>Six Sigma</i> ajuda:	As ferramentas estatísticas ajudam a melhor analisar, controlar e ajustar os buffers de produto. A satisfação dos clientes gerada em <i>Six Sigma</i> ajuda e reforça a longo prazo os ganhos operacionais da visão TOC.	O foco de <i>Six Sigma</i> na redução da variabilidade ajuda ao <i>Lean</i> alcançar processos mais estáveis e fiáveis devido ao estudo e otimização da variação dos processos.	-

Segundo Pacheco (2014), durante a construção de modelos que integrem as três abordagens devem ser considerados os fatores críticos, de maneira a aumentar a robustez dos modelos híbridos, sendo estes os seguintes:

- Que elementos, práticas e ferramentas de cada abordagem devem ser escolhidas, de acordo com as reais necessidades e prioridades das organizações (reduzir perdas, reduzir variabilidade, melhorar o fluxo ou eliminar as restrições);
- Realizar um correto diagnóstico sobre a cultura, objetivos, fraquezas e forças da organização;
- Necessidade de quebrar diferentes mentalidades dentro das organizações, como a não inclusão dos colaboradores do nível operacional nos projetos de melhoria contínua (característica comum da cultura de implementação da TOC e *Six Sigma*);
- Criar princípios alinhados com os objetivos e estratégias das organizações.

Nos modelos híbridos TLS, a chave do sucesso é, primeiramente, identificar qual o processo que está a restringir o aumento dos ganhos, em seguida é necessário tomar a decisão de como será explorada a restrição identificada através da aplicação das ferramentas *Lean* e *Six Sigma* adequadas e, em último lugar, subordinar todos os processos do sistema à restrição, caso necessário a restrição deverá ser quebrada com investimento monetário.

2.4.3. Análise de modelos TLS existentes

Até aos dias de hoje, a maior parte dos modelos TLS foi implementada em sistemas produtivos, no entanto existe igualmente a capacidade de serem aplicados em projetos ou em serviços e organizações.

Os modelos mais revelantes encontrados são: o iTLS introduzido primeiro por *Pirasteh* e *Farah* em 2006 e revisto no livro “*Profitability with no boundaries*” por *Pirasteh* e *Fox* de 2010; o modelo TOCLSS introduzido pela AGI (*Goldratt Institute*) e desenvolvido no livro *VELOCITY* de *Dee Jacob*, *Suzan Bergland* e *Jeff Cox*; o *Ultimate Improvement Cycle* (UCI) de *Bob Sproull*; o modelo Excelência 360° criado pelo consultor Eduardo Moura e o 7BG (*7 Behaviors to Goal*) proposto por *Gutierrez* em 2012.

• Modelo iTLS

No modelo iTLS as etapas principais da TOC são as primeiras a ser aplicadas para identificar a restrição e focar a melhoria na otimização global. Posteriormente são aplicadas as metodologias *Lean* e *Six Sigma* de modo eliminar desperdícios e variabilidade. A última fase do modelo engloba as etapas da TOC direcionadas a elevar a restrição e aumentar os ganhos. Após este momento há a possibilidade de aparecer uma nova restrição. Neste ponto deverão ser concentrados novos esforços de melhoria para esta nova restrição do sistema, começando-se o novo ciclo de melhoria contínua (*Okimura*, 2013).

Pirasteh & Fox (2011) apresentaram o modelo iTLS, composto por 7 passos que integram de forma sinérgica as três metodologias (figura 2-7).



figura 2-6 Modelo iTLS - 7 passos [Adaptado: Pirasteh & Fox (2011)]

As 7 fases são descritas por Pirasteh & Fox (2011), Okimura & Souza (2012) e Pacheco (2012) como:

1 - Mobilizar e focar –é a fase mais importante do modelo, uma vez que é responsável por determinar "Onde?" e "Como?" serão aplicados os esforços, assim como quais serão os retornos ou benefícios que se espera obter. Deve-se promover desde do princípio uma comunicação aberta entre todas as pessoas-chaves integradas no projeto. Consiste em reunir as atenções necessários para identificar a restrição utilizando as ferramentas da TOC e posteriormente realizar a análise das causas-raiz.

2 - Explorar a restrição - Após identificada a restrição, devem ser analisados os melhores métodos para explorar a restrição. Sugere-se a aplicação das ferramentas *Lean* para criação de indicadores e para mapeamento do valor.

3 - Eliminar as fontes de desperdícios – Devem ser aplicadas ferramentas *Lean* que permitam eliminar os desperdícios, aumentem os ganhos e reduzam os inventários e a despesa operacional.

4 - Controlar a variação do processo – De modo a controlar as variações do processo deverão ser implementadas as ferramentas estatísticas e indicadores. Utilizam-se ferramentas *Six Sigma* com o objetivo de reduzir a variabilidade dos processos críticos.

5 - Controlar as atividades de suporte – Em seguida irão ser estabelecidos padrões e mecanismos que possam permitir que os processos críticos se mantenham controlados, isto é, é necessário alinhar e sincronizar todos os processos anteriores e posteriores à restrição, a isto chama-se subordinar o sistema à restrição. São utilizadas as ferramentas do *Six Sigma*, sendo o mais importante a implementação de medidas que promovam ações alinhadas com as necessidades da restrição, evitando-se eficiências locais noutras etapas não restritivas;

6 - Remover a restrição e estabilizar – A chave para garantir que o processo se mantém estável e controlado, deve estar focada na educação e treino dos funcionários com base os requisitos dos clientes. É importante garantir que os indicadores de desempenho são cumpridos no médio e longo prazo.

7 - Reavaliar o sistema – consiste em avaliar se os objetivos definidos inicialmente foram cumpridos e se existe uma nova restrição, pretendendo-se obter melhores resultados e ganhos no sistema. Deverão ser comparados os desempenhos da situação final e a inicial utilizando os indicadores mais apropriados.

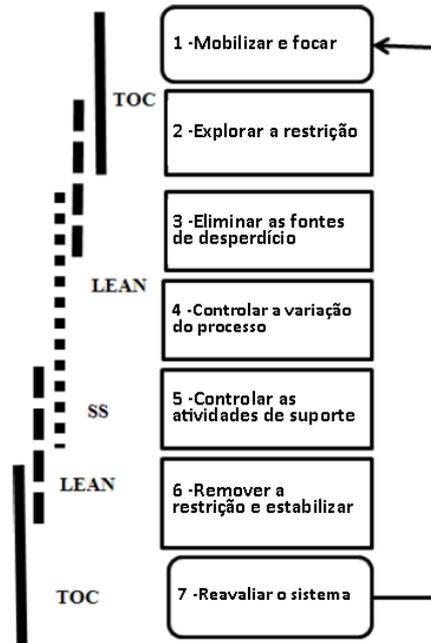


figura 2-7 modelo iTLS [Adaptado: Dias & Tenera (2016)]

- **Modelo TOCLSS**

O modelo TOCLSS criado pelo Instituto AGI, *Avraham Y. Goldratt Institute*, em 2009, encontra-se representado na figura 2-9. A arquitetura deste modelo modelada em duas outras:

- Arquitetura do sistema baseada na restrição, cujo objetivo é produzir um sistema em que os processos de negócios são concebidos, alinhados e operados de uma maneira estável e previsível;

- Arquitetura de Melhoria baseado no TOCLSS, que utiliza a sinergia de TOC, *Lean* e *Six Sigma* para atingir uma melhoria de forma sistémica e coerente, algo que não seria possível de alcançar ao usar as várias metodologias isoladamente (Okimura & Souza, 2012).

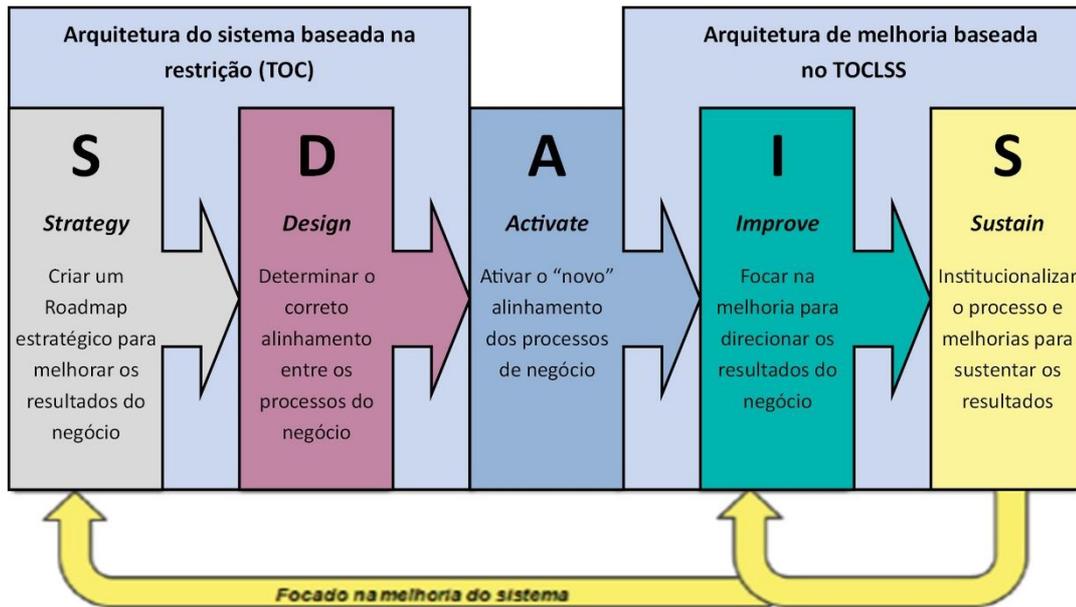


figura 2-8 Modelo TOCLSS [Adaptado: AGI (2009a)]

Segundo AGI (2009b), o *roadmap* do modelo é constituído por 5 fases:

1. Strategy: Definir uma estratégia clara e coerente para promover melhorias nos resultados do negócio. Utilizando o processo estratégico da TOC pretende-se compreender os principais conflitos presentes na organização, em seguida serão validados os mesmos e deverá ser projetada uma realidade futura que elimina o conflito e maximiza os ganhos;

2. Design: Projetar o processo de reorganização das políticas, responsabilidades, papéis, medidas e sistemas de informação com o objetivo de criar soluções para melhor gestão da restrição. Os líderes têm o papel de alinhar os processos estratégicos do negócio para alcançar os resultados finais pretendidos;

3. Activate: Ativar os processos definidos na fase anterior com o objetivo de operacionalizar o projeto;

4. Improve: Com o passar do tempo sistema operacional estabiliza, os esforços voltam-se para impulsionar a melhoria do sistema operacional de maneira a atingir os objetivos estratégicos identificados primeira fase. A intenção destes esforços de melhoria são aumentar os ganhos, ao mesmo tempo se reduzem os stocks e as despesas operacionais, em suma pretende-se melhorar o desempenho geral do sistema. Para gerar melhorias no sistema são utilizadas diversas ferramentas *Lean* (5S, SMED, TPM, *Poka Yoke* etc.) e *Six Sigma* (Cartas de controlo, estudo de capacidade, DOE etc.);

5. Sustain: A forma de garantir a sustentação das as melhorias conseguidas nas fases anteriores deverão ser criados planos de manutenção e de verificação.

- **Modelo UIC**

O Modelo UIC, *Ultimate Improvement Cycle* ou Último Ciclo de Melhoria, foi desenvolvido por *Sproull*. Este modelo engloba as melhores práticas dos ciclos de melhoria TOC, *Lean* e *Six Sigma*, promovendo assim uma estratégia de melhoria mais poderosa e rentável. O autor considera que o modelo é uma estratégia de produção viável e prática que direciona os recursos para o processo que irá gerar o maior retorno sobre o investimento (*Sproull*, 2009). Na figura 2-6 é possível visualizar o modelo proposto por *Sproull* (2009).

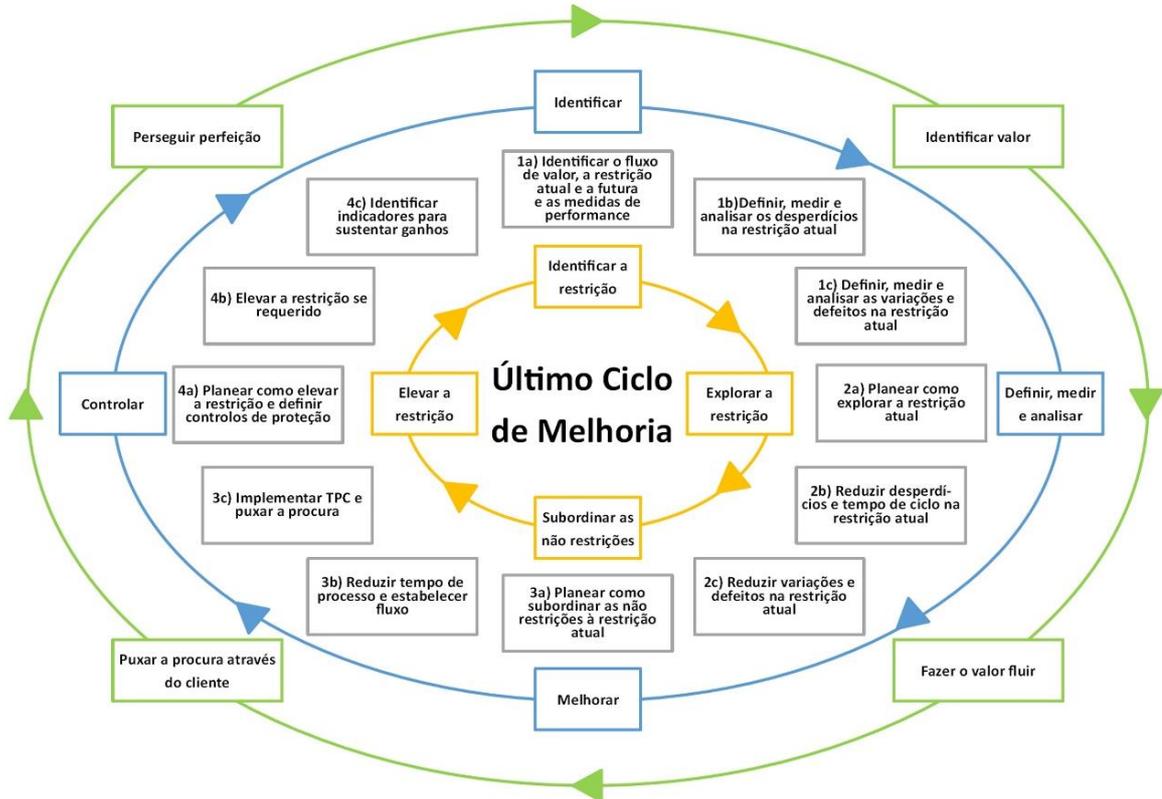


figura 2-9 Modelo de integração UIC [Adaptado: Sproull (2009)]

O modelo é constituído por três círculos concêntricos que correspondem aos ciclos de melhoria, desenvolvendo-se de forma cíclica. O núcleo ou ciclo interior representa a TOC, tem como objetivo proporcionar o foco necessário que falta nas iniciativas *Lean* e *Six Sigma*. O intermédio representa o *Six Sigma*, mais especificamente a aplicação do ciclo DMAIC para melhoria do processo. O exterior corresponde ao ciclo de melhoria *Lean* (Okimura, 2013). Este modelo apresenta uma descrição pormenorizada dos passos que devem ser realizados, bem como quais as ferramentas mais apropriadas a aplicar, apresentando uma estratégia fundamentada e viável de aplicação do modelo promovendo o retorno do investimento (Furtado, 2017).

Tabela 2-5 Etapas e ferramentas do modelo UCI [Adaptado: Silva (2015)]

Etapa	Ações e ferramentas recomendadas	Descrição
1a) Identificar o fluxo de valor, a restrição atual e futura e as métricas de performance	- VSM, análise de fluxo e inventário e análise das métricas de performance	Nesta fase é caracterizado o fluxo de valor, são identificadas as restrições que limitam todo o potencial do processo e são definidas, medidas e analisadas as fontes de perdas por desperdícios, defeitos e variações.
1b) Definir, medir e analisar os desperdícios na restrição atual	- <i>Run chart</i> , diagrama esparguete, estudo do tempo e movimentações e <i>Future State vs Current State</i>	
1c) Definir, medir e analisar variações e defeitos na restrição atual	- Diagrama de Pareto, diagrama causa-efeito e cadeia causal	
2a) Planejar como explorar a restrição atual	- Planejar como explorar a restrição atual	A restrição é melhorada e estabilizada em simultâneo. O processo deverá ficar mais confiável, previsível e consistente.
2b) Reduzir desperdícios e tempo de ciclo na restrição atual	- 5S, células de trabalho, <i>Standard Work</i> e gestão visual.	
2c) Reduzir variações e defeitos na restrição atual	- <i>Roadmap</i> de resolução de problemas, DOE e caminhos de redução de variações	
3a) Planejar como subordinar as não restrições à restrição atual	- Planejar como subordinar as não restrições à restrição atual	O fluxo de materiais, informações e produtos deve ser otimizado. É necessário resolver os problemas que afetem a consistência do fluxo.
3b) Reduzir o tempo de processamento e estabelecer o fluxo	- Melhorar fluxo e balanceamento de linhas	
3c) Implementar DBR e sistema <i>Pull</i>	- Otimizar buffer e puxar a procura	
4a) Planejar como elevar a restrição atual e definir controlos de proteção	- Planejar como elevar a restrição atual e definir controlos de proteção	Nesta fase é necessário assegurar que todas as mudanças feitas e as melhorias realizadas não sejam desperdiçadas.
4b) Elevar a restrição caso seja necessário	- Análise de capacidade e de custo/benefício	
4c) Implementar controlos de proteção para sustentar os ganhos	- Auditorias de processo e análise de políticas	

- **Modelo de Excelência 360°**

Este modelo foi desenvolvido por Moura (2010), este afirma que de forma a obter os melhores resultados tem-se necessariamente de atuar coordenadamente em todos os processos.



figura 2-10 Modelo de Excelência 360° [Adaptado: Moura (2010)]

O modelo é uma proposta de integração entre TOC, *Lean* e *Six Sigma* juntamente com Gestão Por Processos (GPP).

-TOC: identificação e exploração das restrições que limitam e prejudicam o desempenho do sistema.

-GPP ou BMP (Business Management Process): foi incorporada ao modelo para que haja uma padronização integrada e simplificação em toda a cadeia de negócio.

-LP: eliminação de desperdícios que não agregam valor para o cliente.

-SS: redução da variabilidade de um processo para aumentar o nível de satisfação dos clientes.

A principal característica diferenciadora deste modelo passa pelo facto de integrar um método novo, a GPP. O autor afirma que, no modelo Excelência 360°, a realidade atual da empresa é o ponto de partida do processo, utiliza-se a TOC como metodologia para identificar e priorizar os problemas fulcrais, sendo que estes precisam de ser tratados imediatamente. Após a identificação do problema os esforços são direcionados pelas metodologias de *Six Sigma*, *Lean* ou ainda GPP para resolução dos mesmos.

Esta integração das quatro metodologias é o suficiente para atingir o *know-how* necessário para melhoria contínua do sistema. No entanto, com o objetivo de promover mudanças de alto impacto existem mais dois elementos:

-*Know-why*: representa a ideologia empresarial -valores, visão, missão e objetivos

-*Know-what*: são os critérios de excelência que visam orientar a aplicação eficaz do *know-how*.

Na figura 2-11 é possível ver os passos sugeridos para orientar a implementação da Excelência 360°. Segundo o autor, algumas ferramentas a utilizar neste modelo sendo elas as seguintes: VSM, *Roadmap*, árvores de Realidade Atual e Futura, 5S, ciclo DMAIC, VOC, SMED.



figura 2-11 Processo de implantação da Excelência 360° [Adaptado: Moura (2012)]

- **Modelo 7BG**

O modelo 7BG, isto é, *7 Behaviors to Goal*, foi proposto por Gutierrez (Okimura, 2013). Este modelo constrói uma filosofia que identifica, explora e elimina as principais restrições da organização, fazendo com que se atinja rapidamente a meta organizacional através da integração das abordagens TOC, *Lean* e *Six Sigma*. O modelo está estruturado em sete etapas, figura 2-12.

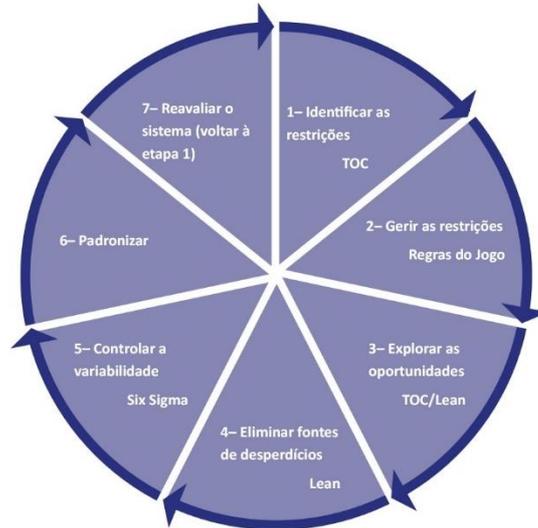


figura 2-12 Modelo 7BG [Adaptado: Okimura (2013)]

As sete etapas do modelo podem ser resumidas como:

1. Identificar as restrições, aplicando a TOC;
2. Gerir as restrições através da implementação de uma filosofia de trabalho baseada na melhoria contínua, para isso são utilizadas técnicas como Regra do Jogo, Gerador de Ações, Reunião diária e Gestão do TPC;
3. Explorar as oportunidades, isto é, tentar identificar capacidade oculta utilizando as ferramentas de Fluxo de processo, o Diagrama de Causa e Efeito, a FMEA e o Diagrama de Pareto;
4. Eliminar fontes de desperdício aplicando ferramentas *Lean*, como: Sete desperdícios, Mapeamento de Fluxo de Valor, SMED, 5S, Kaizen, entre outras;
5. Controlar a variabilidade através do uso ferramentas estatísticas, assim será possível entender melhor o processo, o seu comportamento ao longo do tempo e gerar ações para reduzir e controlar a variabilidade;
6. Padronizar com o objetivo de melhor controlar e gerir o processo, de forma a manter e atingir os objetivos pretendidos;
7. Reavaliar o sistema e avaliação dos resultados alcançado. Deve-se voltar à 1ª etapa.

APRESENTAÇÃO DO SISTEMA EM ESTUDO

Neste capítulo irá ser realizada uma breve apresentação do Grupo Amorim, da sua presença a nível mundial e das suas áreas de negócio. Em seguida, será apresentada com maior foco a Unidade Industrial Equipar, onde foi realizado este estudo.

3.1. Caracterização do grupo

3.1.1. História

Com mais de 150 anos de história, o Grupo Amorim teve origem no norte do país, mais especificamente no negócio da cortiça, que foi utilizada na produção de rolhas de cortiça para o prestigiado vinho do Porto, foi fundada por António Alves Amorim em 1870, sendo hoje líder destacado no setor a nível mundial. Em 2001, a quarta geração assumiu a empresa, liderada por António Rios de Amorim (Amorim,2021b).

A Corticeira Amorim é uma empresa com presença em mais de cem países, em todos os continentes, e nos mercados de capitais. Neste momento a empresa apresenta 10 Unidades de Preparação de Matérias-Primas,19 Unidades Industriais, 51 Empresas de Distribuição e 10 *Joint-Ventures* (figura 3-1). Isto apenas foi possível devido à sua visão de crescimento sustentado, o Grupo tem apostado na diversificação da sua atuação, através do investimento em setores e áreas geográficas com elevado potencial de rentabilidade. Este processo de verticalização do negócio da cortiça e de internacionalização das atividades teve início nos anos 60. O Grupo Amorim ultrapassou fronteiras geográficas e condicionalismos arriscados para a época, conseguindo apresentar a cortiça ao mundo, o que permitiu destacar-se em diversos setores como as telecomunicações, o financeiro, o turismo e o imobiliário (Amorim, 2019).



Europa	①②③④	Holanda	1	Rússia	2	América	①②③④
Alemanha	4	Hungria	1	Suécia	1 1	Argentina	1 1
Áustria	2	Itália	3	Suíça	1	Chile	3 3
Bulgária	1	Moldávia	1	África	①②③④	EUA	1 5
Dinamarca	1	Polónia	1 1	África do Sul	1	Ásia	①②③④
Espanha	3 2 2 1	Portugal	4 14 3 1	Argélia	1	China	2 1
Finlândia	1	Reino Unido	2	Marrocos	1	Oceania	①②③④
França	11 1	Rep. Checa	1 1	Tunísia	1	Austrália	1

Unid. Prep. de Matérias-Primas ①
 Unid. Industriais ②
 Empresas de Distribuição ③
 Joint Ventures ④

figura 3-1 Distribuição geográfica da Corticeira Amorim [Adaptado: Amorim (2019)]

No ano de 2019 a Corticeira Amorim apresentou um volume de negócio de 781,1 M€, representando um aumento de 2,4% relativamente a 2018, cujas vendas foram de 763,1 M€. As exportações realizadas são a principal razão do volume de negócios apresentado. Após análise do Relatório de Contas de 2019 é possível identificar que apenas 7% das vendas desse não foram destinadas ao mercado nacional. Sabe-se ainda que cerca de 70,3% dos clientes são os países da União Europeia e são a parcela com maior peso nas vendas, seguindo-se os Estados Unidos da América com 17,4% do volume de vendas. É seguro afirmar que o principal fator responsável pelo sucesso do Grupo é o fator exportação, isto apenas é possível por ser uma organização que se encontra presente em todas as partes do planeta, sendo reconhecida por todos como uma marca prestigiada e de eleição (Amorim, 2019).

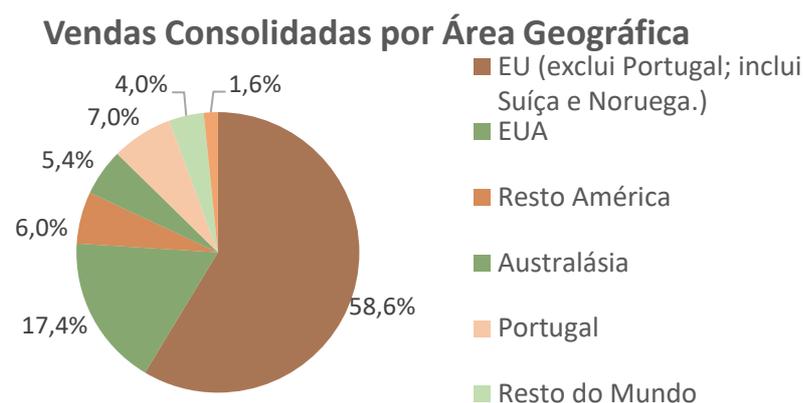


figura 3-2 Vendas por área geográfica [Adaptado: Amorim (2019)]

Os ideais da Corticeira Amorim assentam em dois pilares-chave: a inovação e a sustentabilidade, aliando tecnologia à natureza, e desenvolvendo produtos e soluções amigas do ambiente. Viabiliza de forma singular a cortiça e, conseqüentemente, a conservação do montado de sobro, um exemplo único de economia verde, que assenta num equilíbrio entre as questões económicas, sociais e ambientais. Com o objetivo de contribuir para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, definidos pelas Nações Unidas em 2015, têm-se projetado e implementado programas de apoio à inovação, investigação e desenvolvimento, políticas e iniciativas que visam contribuir para a redução dos seus impactos na natureza. De entre essas ações, destacam-se a gestão energética eficiente, a otimização das fontes de energias renováveis, nomeadamente da biomassa, a promoção do bem-estar no local de trabalho e o acesso a condições de saúde e qualidade. Uma preocupação constante pela adoção e reforço de práticas de desenvolvimento sustentável fazem da Corticeira Amorim uma das empresas mais sustentáveis do mundo (Amorim, 2021b).

Mantendo o seu cunho familiar, o Grupo Amorim detém hoje uma posição consolidada em dezenas de empresas nos cinco continentes e em diversas áreas económicas. São 150 anos de liderança do setor, a Corticeira Amorim distingue-se pelo seu perfil de qualidade, de inovação e de performance exemplar. Em qualquer lugar do planeta (Amorim, 2021b).

3.1.2. Estrutura da Empresa

A empresa divide-se em 5 unidades de negócios (UN): as rolhas por meio da empresa Amorim & Irmãos S.A, a matéria-prima na Amorim Florestal S.A. e os revestimentos, isolamentos e aglomerados compósitos através da Amorim Cork Compósitos. Existe também um departamento bastante desenvolvido que se dedica exclusivamente à Inovação e Desenvolvimento, o seu principal foco é a pesquisa de novas formas de aplicar a cortiça, o que inclui o desenvolvimento do processo, melhoria da qualidade e aumento da variedade de soluções disponíveis no mercado (Delgado, 2014)(Espada, 2018). (figura 3-3)

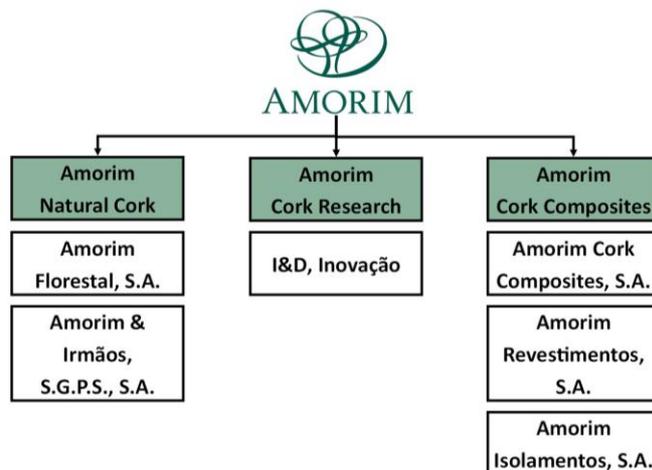


figura 3-3 Organograma da Corticeira Amorim [Adaptado: Delgado (2014)]

Como é possível compreender através da análise do gráfico da figura 3-4, a principal UN do Grupo é a das rolhas, com mais de 70% do total de vendas consolidadas, em seguida aparecem os revestimentos, os isolamentos, os aglomerados compósitos e, por último as matérias-primas (Amorim, 2019).

Vendas Consolidadas por Unidade de Negócios

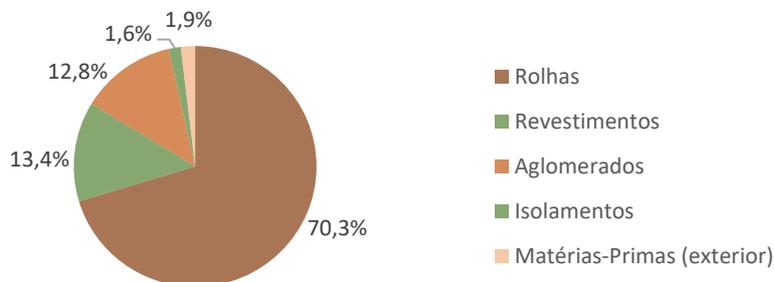


figura 3-4 Distribuição das vendas por UN [Adaptado: Amorim (2019)]

Aquando do surgimento do Grupo, as rolhas foram a UN inicial e continua a ser a mais importante, pelo que é a UN que apresenta o maior número de Unidades Industriais (UI).

O presente projeto foi elaborado na unidade industrial de Coruche, a Equipar, que pertence à empresa Amorim & Irmãos, S.G.P.S., S.A, *holding* da Corticeira Amorim. Esta empresa dedica-se à produção, distribuição e venda de rolhas de cortiça.

3.1.3. Produtos

A cortiça é uma matéria-prima 100% natural, 100% reutilizável e 100% reciclável extraída dos sobreiros. A casca do sobreiro é extraída sem nunca prejudicar o normal desenvolvimento da espécie, nem danificar a árvore. Tem uma vasta gama de aplicações e atributos que nenhuma tecnologia conseguiu, até hoje, imitar, igualar ou ultrapassar. Depois de transformada, por exemplo em rolhas, a cortiça pode voltar a entrar no processo produtivo. As rolhas de cortiça podem ser recicladas por trituração. O granulado resultante desse processo pode ser utilizado em outros produtos como, por exemplo, bóias de pesca, painéis de revestimento ou solas sapatos. A cortiça tem como principais propriedades ser impermeável a líquidos e a gases, leve, elástica e compressível, excelente isolante térmico e acústico, anti estática e hipoalergénica, resistente ao atrito e de combustão lenta (Amorim, 2021c).

Como anteriormente referido, a principal unidade de negócios do Grupo é a Unidade de produção de rolhas de cortiça. A Amorim & Irmãos foca-se no fabrico de dois tipos de rolhas: as naturais e as técnicas. As primeiras são extraídas diretamente dos traços de cortiça, enquanto que, as segundas têm de sofrer diversos processos de transformação durante a sua produção. Os diferentes tipos de rolhas vendidos são (figura 3-5) (Amorim, 2021d):



figura 3-5 Tipos de rolhas

-Natural Cork Stopper ®: Estas rolhas são extraídas diretamente dos traços de cortiça, consideram-se estas como as que apresentam melhor qualidade e maior valor. São usadas nos vinhos mais exigentes. Neste momento a sua produção é realizada na UI de Lamas, UI de Portocork, UI de Vasconcelos e UI de Lyncke.

-Acquamark ®: Rolhas naturais bastante porosas, sendo revestida com uma solução de base aquosa, de forma que os espaços sejam ocupados por cola e pó de cortiça. Também são designadas por rolhas colmatadas, apresentando-se com uma qualidade bastante próxima das rolhas naturais, neste momento são consideradas uma forte aposta da empresa. A sua produção é realizada na UI de Lamas, UI de Portocork e UI de Vasconcelos e UI de Lyncke.

-Helix ®: Esta rolha surgiu de uma colaboração entre dois líderes de mercado, esta solução inovadora é uma combinação entre uma rolha de cortiça, caracterizada pelo seu design ergonómico, com uma rosca no interior do gargalo da garrafa. Esta é considerada uma solução altamente funcional, que associa os benefícios da cortiça aos benefícios ambientais do vidro, evitando-se a necessidade de utilizar saca-rolhas. É produzida na UI de Sousa.

-Top Series ®: São rolhas adequadas para clientes de bebidas de luxo, através de consultoria técnica personalizada, design cuidado ao pormenor e serviços de prototipagem de vanguarda. É uma combinação de um design diferenciador com o desempenho técnico e ambiental da cortiça. Uma coleção de exclusivas rolhas de cortiça capsuladas para bebidas espirituosas. O seu design diferenciador, permite a sua adaptação a qualquer tipo de personalização, como por exemplo a aplicação de prata ou a aplicação de pedras preciosas. A sua produção encontra-se concentrada na UI Top Series.

-Spark ®: Mais conhecida como rolha de champagne, Spark atinge o nível máximo de performance física, química e enológica. A sua constituição engloba um corpo granulado de cortiça, com dois discos de cortiça natural na extremidade que contacta diretamente com o vinho efervescente, o que lhe permite um comportamento mecânico excelente e facilidade no engarrafamento. Principalmente utilizada em vinhos de maior pressão como vinhos espumantes, espumosos e champagnes. A sua produção é realizada na UI Champcork e na UI Equipar, sendo que os discos são produzidos na UI de Ponte de Sor.

-Twin Top ®: São rolhas técnicas constituídas por um corpo aglomerado e um disco de cortiça em cada um dos topos. Apresenta um excelente desempenho e sustentabilidade para linhas de engarrafamento de grande velocidade. As suas características tornam-na adequadas para vinhos frutados de curto período na garrafa. A sua principal mais valia é a excelente relação qualidade-preço que apresenta. A sua produção centra-se na UI Equipar.

-Twin Top EVO ®: Ideal para vinhos de consumo rápido com notas florais e frutadas, sendo destinada ao segmento Popular-Premium. Estas rolhas são obtidas por moldagem individual, o que garante uma maior resistência física e mecânica, ao mesmo tempo que garante uma maior homogeneidade. Obtendo-se assim uma elegante rolha

técnica com um corpo de cortiça microgranulada e discos de cortiça natural de alta qualidade em ambos os topos. É produzida na UI Equipar.

-Qork®: Estas rolhas apresentam a tecnologia mais avançada e mais ecológica de limpeza de microaglomerado de cortiça do mundo, chamada Xpür, que permite uma limpeza profunda da estrutura celular da cortiça, proporcionando um desempenho TCA não detetável e eliminando outras substâncias voláteis que poderiam desencadear desvios sensoriais, ao mesmo tempo que mantém intactas as características naturais da cortiça. É produzida na UI de Sousa.

-Neutrocork®: Apresentam uma grande estabilidade estrutural, que resulta de uma composição de micro grânulos de cortiça de tamanho uniforme, compactados em moldes individuais. De aspeto atractivo e de fácil extração, destaca-se como um vedante natural extremamente competitivo, em termos de desempenho e preço. Funcional, acessível, e com credenciais de sustentabilidade imbatíveis. Neutrocork é recomendada para vinhos de consumo rápido. É produzida na UI de Sousa.

-Neutrocork Premium®: Tal como as do tipo Qork, estas rolhas apresenta a tecnologia Xpür, permitindo uma limpeza robusta da estrutura celular da cortiça, eliminando substâncias voláteis que poderiam desencadear desvios sensoriais, ao mesmo tempo que mantém intactas as características naturais da cortiça. É produzida na UI de Sousa.

-Advantec®: É uma solução imbatível em termos de preço e desempenho técnico e sensorial. Esta inovadora rolha técnica revestida, para vinhos de grande rotação, integra todas as medidas preventivas e corretivas de combate ao TCA, o que inclui o reconhecido sistema ROSA®. É produzida na UI Equipar.

-Advantec Colours®: Apresenta todos os benefícios da Advantec numa linha inovadora dirigida ao segmento jovem, acompanhando as necessidades e oportunidade emergentes do mercado, combina a cor com o desempenho técnico e sensorial da cortiça. É produzida na UI Equipar.

-Aglomerada®: Estas rolhas são constituídas por um corpo aglomerado de cortiça. Indicadas para vinhos de consumo rápido (até 6 meses). Este tipo de rolha é a que apresenta menor valor comercial. A sua produção é realizada na UI Champcork e UI Equipar.

-NDtech®: NDtech é uma tecnologia de análise individualizada de controlo de qualidade para rolhas de cortiça natural que oferece a primeira rolha natural do mundo com performance de TCA não detetável. NDtech analisa individualmente a presença de TCA em cada rolha, utilizando uma cromatografia extremamente rápida. Esta tecnologia foi desenvolvida e patenteada pela Amorim, sendo a tecnologia mais avançada de análise do mundo. Atualmente este tipo de rolha é produzido na UI Portocork.

-NDtech Sparkling®: A única diferença para a anterior é que esta se designa a vinhos efervescentes. Os equipamentos de análise foram adaptados aos diâmetros mais comuns das rolhas para vinhos efervescentes e apenas os dois discos de cortiça natural, e contacto com o vinho, são analisados. Este tipo de rolha é produzido na UI Portocork.

Este estudo foi realizado na Unidade Industrial Equipar, que se dedica à produção, distribuição e venda de rolhas de cortiça técnicas do tipo *Twin-Top*, *Aglomeradas* e *Advantec*. Na figura 3-6 é possível visualizar o diagrama em V dos produtos produzidos nesta Unidade Industrial.

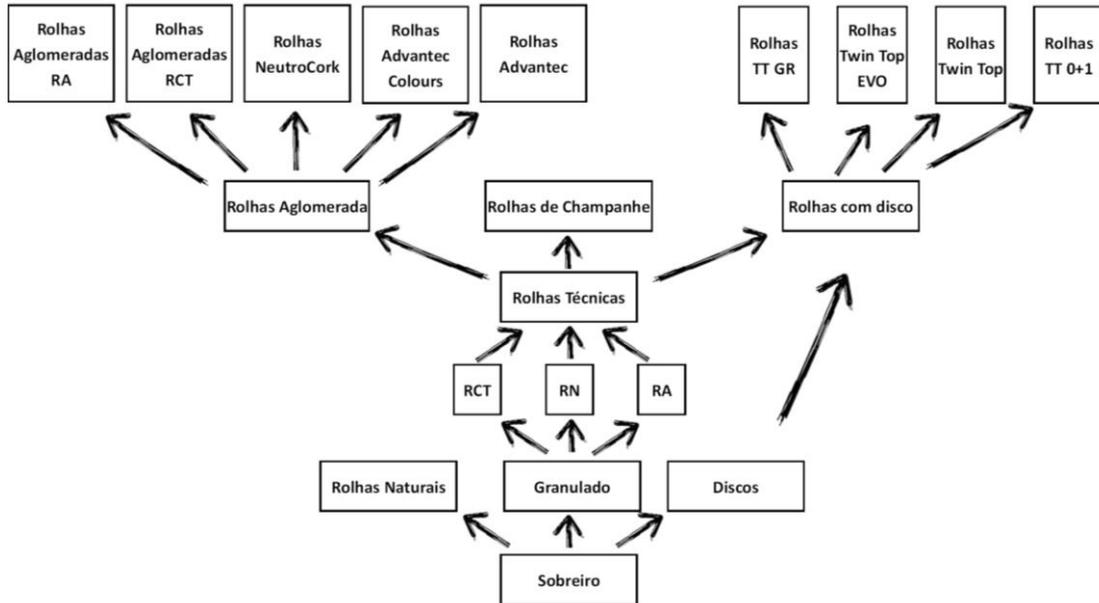


figura 3-6 Diagrama em V dos produtos produzidos na Unidade Industrial Equipar

3.2. Caracterização do Sistema em Estudo

O presente estudo decorreu na UI Equipar, localizada em Coruche, vila conhecida como sendo a capital mundial da cortiça, mais precisamente na Zona Industrial Monte da Barca. Em 2005, esta UI foi adquirida devido à sua localização estar estrategicamente próxima da fonte de matéria-prima, o que permitiu a redução dos custos de transporte e tempo, bem como foi possível usufruir de toda a cultura e conhecimento que a população da vila adquiriu ao longo dos anos.

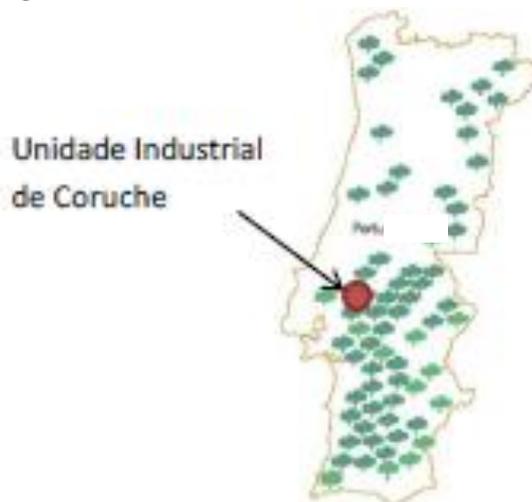


figura 3-7 Distribuição do montado de sobreiro em Portugal e localização da vila de Coruche [Adaptado: Furtado (2017)]

No início do estudo, a UI Equipar contava nos seus quadros com 294 colaboradores, apresentando um volume de produção superior a 1.250.000.000 rolhas por ano considerando-se por isso uma das maiores instalações fabris de produção de rolhas do mundo. Esta unidade está dividida em quatro segmentos: Trituração, que é responsável pelo fabrico de granulado; unidade de Twin Top, dedicada ao fabrico de rolhas técnicas; unidade de Aglomerados, focada no fabrico de rolhas aglomeradas; e, por último, unidade de distribuição, dedicada à marcação e ao tratamento de rolhas.



figura 3-8 Fotografia Aérea da Equipar

3.2.1. Caracterização da UI de Aglomerados e da EQD

O estudo realizado foca-se na logística entre a UI AGLO, que inclui a moldadora 1 e 2 e 6 máquinas do Topejamento da UI de *Twin-Top* (TT), e a UI EQD, pelo que na secção seguinte irão ser apresentados os vários processos do sistema em questão. A UI AGLO é composta atualmente por 35 trabalhadores responsáveis por todas as tarefas durante três turnos de oito horas cada. A EQD conta apenas com 23 trabalhadores mais 2 indiretos que desempenham as suas tarefas em três turnos de oito horas cada.

3.2.2. Diagrama do Processo do Sistema

O processo produtivo das unidades de aglomerados e distribuição são constituídas por diversas fases. Na figura 3-9 é possível ver a sua esquematização sob a forma de fluxograma. De realçar que, antes de a matéria-prima chegar à unidade de aglomerados, sofre dois processos que são realizados noutra área da fábrica.

Inicialmente as sobras, as aparas e o refugo são triturados e transformados em granulado, posteriormente é sujeito ao ROSA, *Rate Optimal Steam Application*, um tratamento inovador de descontaminação e limpeza. De seguida, o granulado entra na UI AGLO onde sofrerá diversos processos até se produzirem rolhas que serão embaladas ou fornecidas à EQD.

Durante todo o processo de produção, existem diversos mecanismos de controlo de qualidade e reprocessamento do produto quando necessário. É possível identificar que existem processos que acrescentam valor ao produto, no entanto outros, apesar de fundamentais para manter os níveis de qualidade e confiança desejados, não acrescentarem diretamente valor.

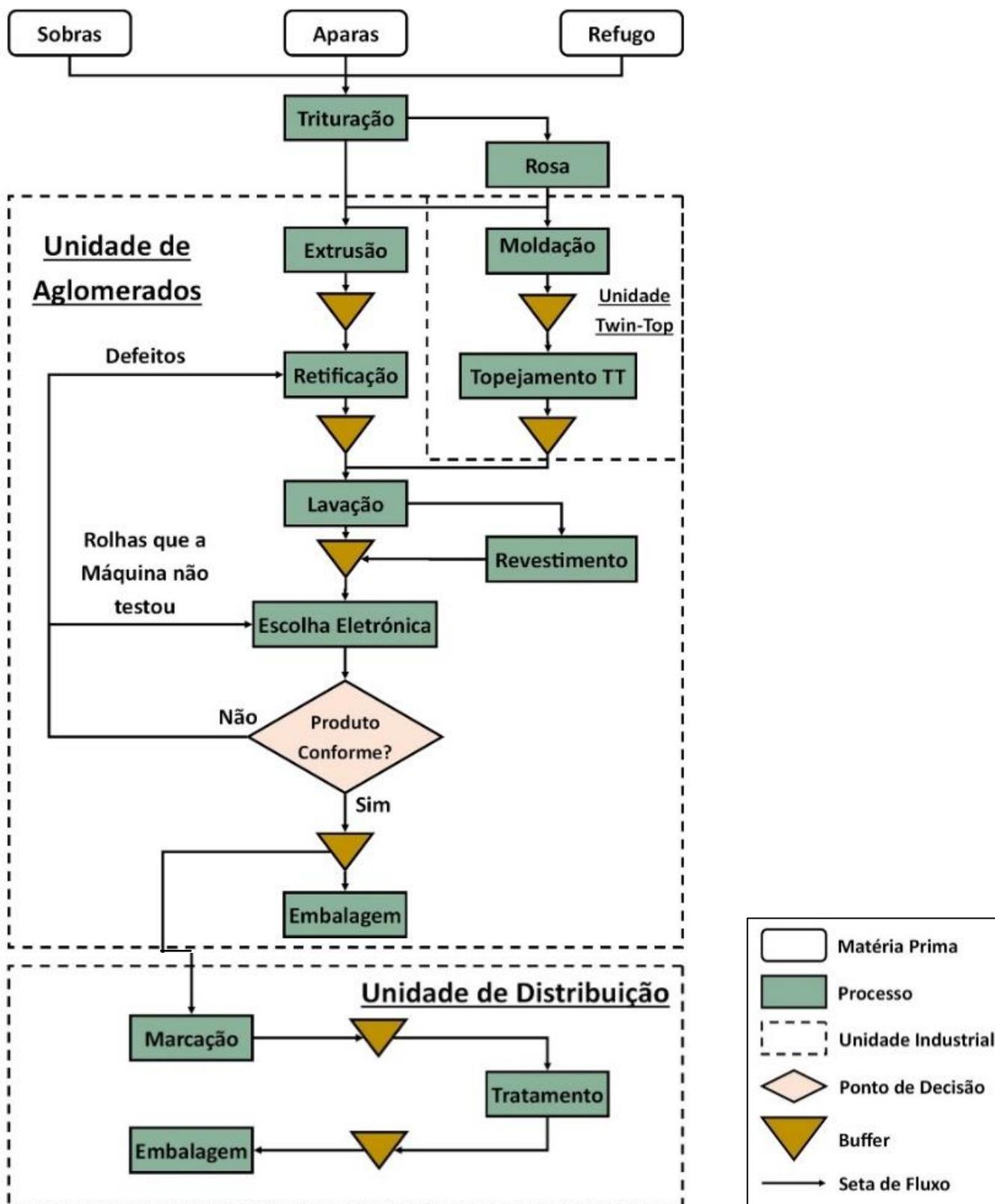


figura 3-9 Fluxograma do processo produtivo

3.2.3. Processos que compõem o Sistema

Trituração - É a primeira etapa no processo produtivo de rolhas e é realizada numa unidade independente das restantes. Neste processo, as sobras, as aparas e o refugo são triturados num moinho denominado por MDT (Moinho destroçador da trituração), imediatamente a seguir é realizada uma limpeza com um auxílio de um peneiro que separa a cortiça da terra, metais e pedras. Posteriormente, o granulado é armazenado em silos, o transporte para a etapa seguinte é realizado através de tubos.

Sistema ROSA (Rate Optimal Steam Application) - A cortiça, na maior parte dos casos, encontra-se contaminada por TCA (Tricloroanisole) e, uma vez que se considera que a rolha é um produto que pertence à indústria alimentar, é obrigatório e de extrema importância que exista um processo de descontaminação. Assim, imediatamente após a trituração, o granulado é submetido ao sistema ROSA que consiste numa destilação de vapor controlada, que tem como objetivo a remoção de cerca de 90% do TCA, através da libertação dos gases voláteis que possam existir no granulado. Em contrapartida, através do uso deste sistema a massa volúmica e a humidade do granulado têm tendência a aumentar. De forma a contrariar este fator, a organização desenvolveu um sistema que seca o granulado através de uma máquina semelhante a um micro-ondas. Ao terminar-se este processo o granulado estará pronto a ser utilizado no processo seguinte, a extrusão ou a moldação.

Em alguns casos não é necessário que os grãos passem por este processo, por se tratarem de rolhas de qualidade inferior.

Unidade de Aglomerados

Na figura 3-10 estão retratados os fluxos de produção da Unidade de Aglomerados, bem como as localizações de cada processo. A moldadora 1 e 2, apesar de produzirem corpos para esta unidade encontram-se na UI *Twin-Top*, estes corpos são topejados no topejamento desta mesma unidade e posteriormente transportados diretamente para a lavação da UI de Aglomerados. Em seguida apresenta-se uma pequena descrição de cada processo, explicitando o que acontece em cada momento, bem como o controlo de qualidade realizado em cada etapa.

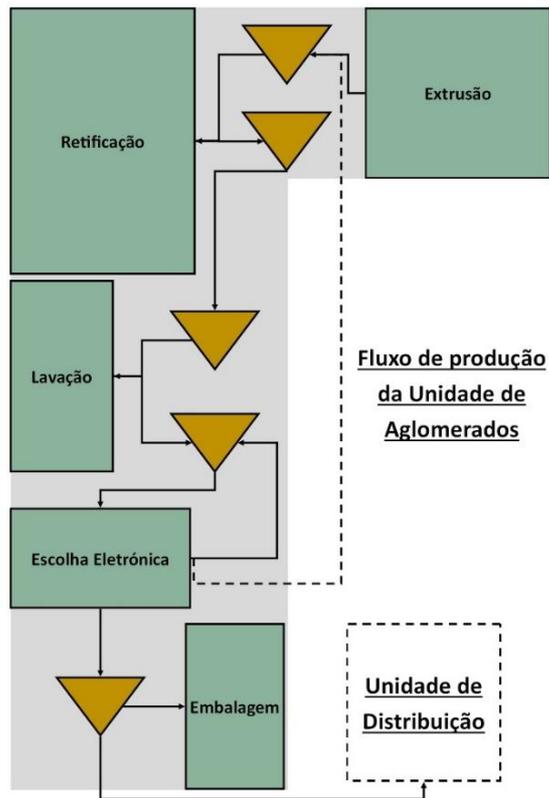


figura 3-10 Fluxograma da Unidade de Aglomerados

Moldação - O granulado é misturado com diversos produtos químicos, através de receitas pré-definidas, sendo que o operador apenas tem de escolher a receita que melhor se adequa ao tipo de rolha que se pretende produzir. Neste processo ocorre a aglomeração dos corpos de cortiça através da deposição da mistura nos respetivos moldes (figura 3-11), que posteriormente passam num forno a 125 graus durante cerca de 25 minutos.

No início do estudo esta secção era constituída por 5 moldadoras, durante o mês de março foi instalada a moldadora 6 e está planeada a instalação da sétima num futuro próximo.



figura 3-11 Moldação

Topejamento TT - Esta etapa, também conhecida como “acabamentos mecânicos I”, é dividida em três diferentes subprocessos. O primeiro é o Ponçamento, realizado numa ponçadeira, de forma a obter o diâmetro pretendido, as rolhas passam entre duas mós que as deixam polidas; depois, surge o Topejamento, realizado nas topejadeiras, neste subprocesso os topos são cortados ou polidos até obterem o comprimento especificado; e, por último, o Chanframento, realizado nas chanfradeiras, é a fase onde a rolha obtém a sua configuração final. Estas duas últimas etapas ocorrem numa máquina integrada. Esta secção é abastecida manualmente pelos corpos produzidos na moldação.



figura 3-12 Topejamento *Twin-Top*

Extrusão - Durante este processo o granulado é misturado com produtos químicos com o objetivo de aglomerar todos os componentes. As substâncias adicionadas são o *látex*, para melhorar a vedação da rolha, a cola de poliuretano, para aglomerar todos os componentes e o óleo de parafina, que diminui o atrito entre as tubagens e influencia a massa volúmica. As quantidades das diferentes substâncias estão pré-definidas em receitas, cabendo ao operador selecionar a que pretende sendo que esta deverá ser adequada ao tipo de rolha pretendido. Neste momento encontra-se já planeada a automatização deste processo de escolha da receita das várias linhas. Depois de concluída a mistura, esta é depositada num carro de abastecimento, responsável por alimentar as extrusoras assim que estas atingem um nível pré-determinado de mistura. Na extrusora a mistura atravessa tubos onde é aquecida a temperaturas na ordem dos 130°C, através da reação entre a cola presente na mistura e a humidade interna das rolhas formam-se bastões aglomerados de cortiça. Os bastões têm um deslocamento contínuo e são cortados quando atingem o comprimento pretendido, com recurso a uma serra, obtendo-se assim corpos aglomerados.

A extrusão da Unidade de Aglomerados é constituída por quatro linhas de produção, tendo cada uma 8 extrusoras e cada extrusora é composta por dois lados (A e B). Na linha 1,2,3,4 são produzidos bastões de diâmetros diferentes e de calibres diferentes. As combinações produzidas são apresentadas na Tabela 3-1.

Tabela 3-1 Calibres produzidos em cada linha da extrusão

D	Calibre			
	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4
26	29; 34,5; 36,5; 39,5; 41,5; 45,5			
30		41; 41,5; 45,5; 46,5; 48,5		
33			29; 36,2; 38; 46,5; 48,5	

Nesta etapa são realizados dois tipos de controlo por parte dos operadores: do granulado, onde se verifica a sua humidade(H) e massa volúmica(MV), utilizando duas técnicas manuais, este controlo acontece antes de este ser incluído na mistura; e das rolhas, onde-se retiram 4 rolhas por cada lado de cada extrusora, dando um total de 64 rolhas, estas são colocadas numa máquina de controlo automática, a *MedCork*, onde é medido o comprimento(L), o D, a H, a MV e a massa(M), seguindo-se a utilização de outra máquina que mede a permeabilidade a gases(PG) e a MV. Caso os valores estejam fora das especificações deve-se contactar o departamento da qualidade ou o departamento de manutenção, consoante o desvio encontrado.



figura 3-13 Extrusão

Retificação - Também conhecida por “acabamentos mecânicos”, este processo é dividido em três diferentes subprocessos. O primeiro é o Ponçamento, realizado numa ponçadeira, de forma a obter o diâmetro pretendido as rolhas passam entre duas mós que as deixam polidas; depois, surge o Topejamento, realizado nas topejadeiras, este subprocesso ocorre numa topejadeira, onde é estabelecido o comprimento dos corpos, para tal os topos são cortados ou polidos; por último, o Chanframento, ocorre nas chanfradeiras, é neste subprocesso que a rolha ganha a sua configuração final.

Existem 6 silos de abastecimento automático onde são armazenados os corpos da extrusão consoante o seu calibre e um silo de abastecimento manual. A sua função é a de abastecer a linha de produção da Retificação. Este abastecimento apenas pode ser realizado por um silo de cada vez, de forma a evitar misturas de produtos, e qualquer um dos silos pode abastecer qualquer uma das ponçadeiras. Existem 14 ponçadeiras, 12 topejadeiras, 10 chanfradeiras e 2 máquinas especiais que realizam o topejamento e o

chanframento, por fim têm-se 12 cestos no fim das linhas, esta configuração é apresentada na figura 3-14. Apesar da existência de 14 linhas de produção apenas são necessários 12 cestos, uma vez que algumas chanfradeiras podem ser abastecidas por 2 topejadeiras em simultâneo, no entanto cada topejadeira apenas pode fornecer rolhas a uma chanfradeira de cada vez.

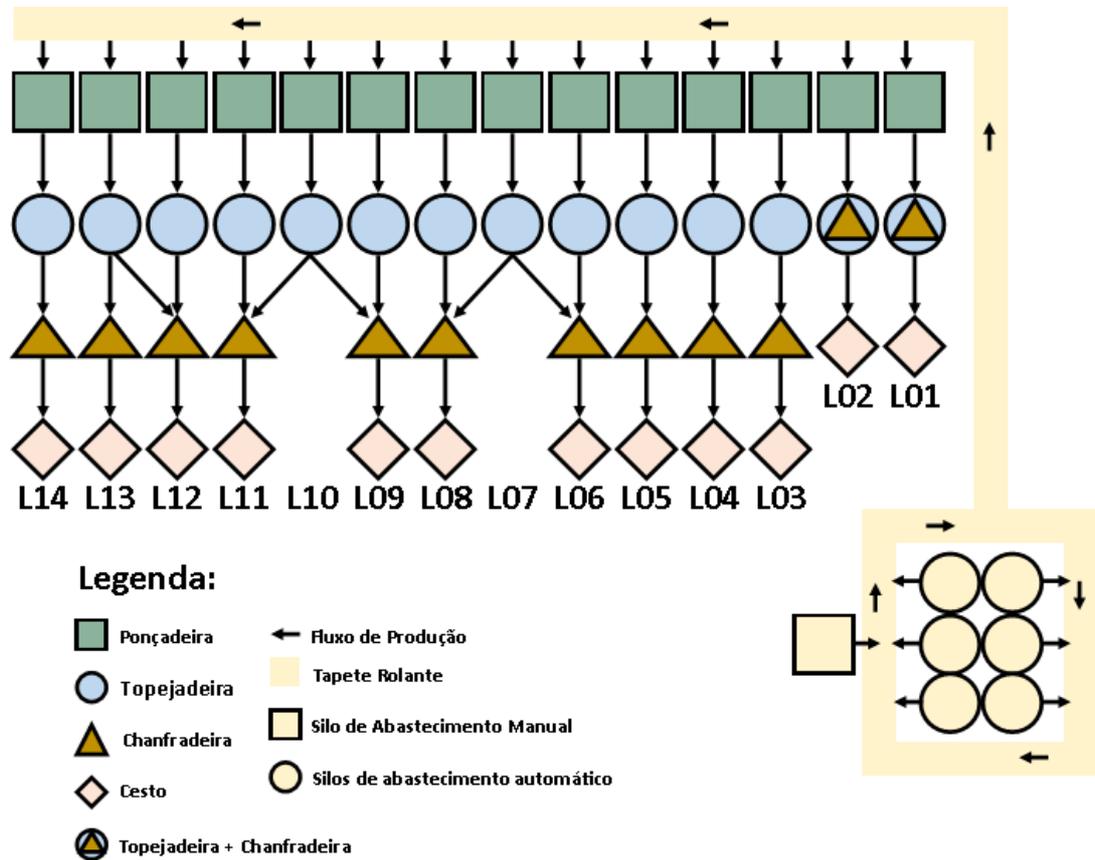


figura 3-14 Fluxograma da área da Retificação da Unidade de Aglomerados



figura 3-15 Silos de abastecimento



figura 3-16 Ponçadeiras



figura 3-17 Topejadeiras



figura 3-18 Chanfradeiras

Os operadores devem realizar um controlo à produção de 2h em 2h. É medido com a utilização de um paquímetro eletrónico o D e o L de 3/4 rolhas de cada máquina, seja ela uma ponçadeira, topejadeira ou chanfradeira. Este controlo é realizado de forma a garantir que as máquinas estão a trabalhar conforme as especificações, caso contrário o operador deve intervir no processo ou chamar a equipa de manutenção, nas situações mais complicadas.

No final deste processo as rolhas ficam retificadas e são colocadas em cestos pequenos que são utilizados para abastecer o processo seguinte, que é a Lavação.

Lavação - Neste processo os produtos são lavadas com peróxido de hidrogénio e outras substâncias químicas (LC92 e LC85), agentes desinfetantes e branqueadores, e, por fim, enxaguadas. As quantidades de substâncias para cada tipo de lavação estão programadas previamente em receitas que o operador apenas seleciona. Após a lavação as rolhas estabilizam quimicamente e obtêm uma superfície homogénea. Neste momento existem sete máquinas que fazem lavagens, 5 grandes com capacidade para 2 cestos e 2 pequenas que lavam 2 cestos em cada 3 lavações. Nesta fase a rolha é personalizada de acordo com as exigências do cliente, sendo que existem três tipos de lavação:

- CL2000: é a lavação mais comum e a que demora mais tempo, confere às rolhas um aspeto mais branco;
- CLEAR: com uma cor intermédia;
- CL0: além de ser a lavação mais simples e que demora menos tempo, é onde a rolha adquire a cor mais parecida com a original;

Após a etapa de Lavação, é realizado um controlo de qualidade por parte do operador que realiza um controlo visual a uma amostra de forma a comparar a cor do lote com o pretendido. Consoante o resultado obtido, o operador aceita o lote ou, caso contrário, contacta o departamento de qualidade.



figura 3-19 Lavação

Revestimento - Este processo é responsável por revestir as rolhas com uma tinta. Este processo é realizado apenas em algumas máquinas da lavação (Máq. 4 e 6), quando se produz Advantec nature, ou então num anexo à unidade de aglomerados (figura 3-20), quando a rolha pretendida é a Advantec colours.



figura 3-20 Anexo do Revestimento

Escolha Eletrónica - Nesta etapa as rolhas sofrem uma seleção, procurando-se as rolhas defeituosas, são escolhidas e separadas das restantes aquelas que não apresentem a qualidade pretendida, para que apenas cheguem aos processos seguintes aquelas que estão dentro das especificações dos clientes. Este processo é bastante importante, uma vez que garante que a entrega ao cliente ocorre sem existir qualquer erro ou, por outro lado, não ocorram perdas na margem dos lucros.



figura 3-21 Escolha Eletrónica

Esta escolha é realizada principalmente por máquinas, no entanto por vezes são realizadas por trabalhadores especializados (por exemplo se ocorrerem misturas). Existem, nesta UI, quinze máquinas de escolha automática, tendo estas que passar por três

testes: qualidade ao longo do corpo da rolha, qualidade do topo inferior e qualidade do topo superior. Para a rolha ser aceite necessita de passar em todos os testes, só assim poderá ser selecionada e prosseguir à seguinte fase do processo, a Embalagem ou a UI EQD. Se passar em todos os testes, diz-se que a rolha pertence à classe visual pretendida e está conforme as especificações. Basta falhar um dos três testes e são rejeitadas, sendo consideradas com defeito e direcionadas para os cestos de Produto Não-Conforme (PNC). Estes quando cheios são movidos para a Retificação onde sofrerão o chamado Rebaixamento, com o objetivo de serem reaproveitadas, originando rolhas com dimensões inferiores. Posteriormente à realização do reprocessamento na Retificação, as rolhas são novamente lavadas e escolhidas. Por último, algumas rolhas são recolhidas noutra contentor por não ter sido possível realizar corretamente a sua escolha, como por exemplo quando a máquina encrava devido a mistura de calibres de rolhas. Estas rolhas são novamente inseridas na máquina de Escolha Eletrónica.

Os defeitos representam para o sistema uma grande perda, tanto a nível produtivo, devido ao tempo necessário para reprocessamento, como a nível monetário. Por um lado, porque os PNC ocupam novamente os processos, por necessitarem de ser reprocessados, por outro é necessário garantir que, na Escolha Eletrónica, não passam defeitos, caso contrário poderá significar reclamações dos clientes que implicam grandes prejuízos.

A fiabilidade das máquinas da Escolha Eletrónica, é bastante importante, porque é nesta etapa que se define o valor de cada rolha consoante as especificações, é também neste processo que se garante que não avança produto com defeitos ou fora das especificações do cliente.

Esta etapa irá fornecer a Embalagem e a EQD, através do Comboio Logístico, consoante o planeamento previamente realizado.

Embalagem - Este é o processo que finaliza o fabrico de rolhas, o operador embala as quantidades de rolhas pretendida para cada encomenda. Os pedidos podem ser de clientes ou simplesmente com o intuito de repor/aumentar o inventário disponível no armazém. As rolhas são embaladas consoante as especificações dos clientes, rolhas por sacas e sacas empilhadas por palete. Assim que as sacas se encontram devidamente empilhadas, a paleta é filmada com plástico retrátil, é colada uma etiqueta com todas as informações referentes ao produto embalado, como por exemplo o destinatário e o lote. O último passo será, com o recurso a um empilhador, transportas a paleta e arrumá-la no Armazém de Produto Acabado.

Por cada ordem de venda, é retirada uma amostra de cada paleta de rolhas embalada e enviada para o departamento de qualidade. Neste departamento utiliza-se novamente a MedCork, onde é medido L, D, H, MV e M, em seguida realiza-se o controlo do TCA e do peróxido de hidrogénio, e por fim é realizada a verificação visual da cor da amostra. Em alguns casos são realizados mais testes de qualidade requeridos pelos

clientes. As encomendas apenas podem ser expedidas após aprovação por parte do Departamento da Qualidade. As amostras são guardadas durante um período de 6 meses.



figura 3-22 Embalagem

Transporte - Comboio Logístico

Esta etapa do sistema é bastante importante pois permite, por um lado, que a unidade de Aglomerados forneça a EQD e, por outro, que a EQD devolva os silos vazios, as sobras e os produtos a serem novamente processados. A figura 3-23 apresenta um fluxograma das diversas zonas do Comboio Logístico. A posição 1 encontra-se no armazém de produtos acabados, na entrada da EQD, e as restantes na unidade de Aglomerados.

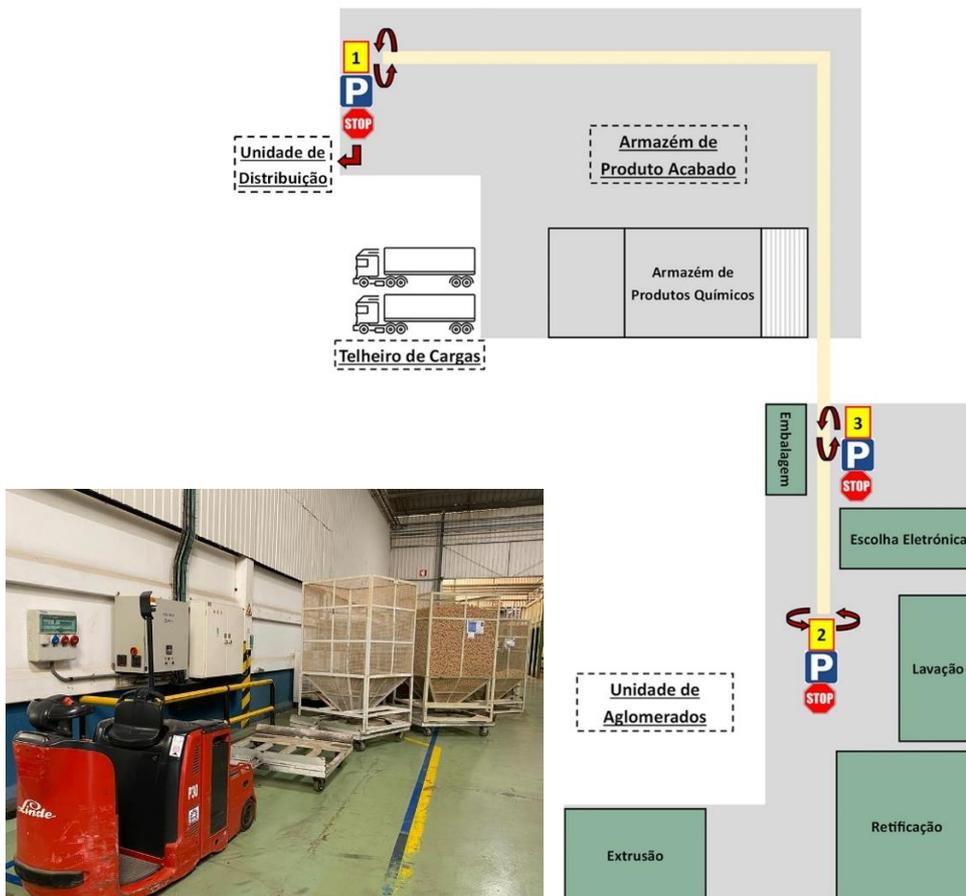


figura 3-23 Fluxograma do comboio logístico

Fluxo EQD → Aglomerada - O Operador define os pedidos a que a EQD necessita de dar resposta e os silos vazios/devoluções (produtos em excesso e por isso não utilizados). Neste caso, o trajeto terá início na posição 1 da figura, onde o operador irá carregar o comboio com os silos vazios e as devoluções e deslocar-se-á até à paragem 2, onde irão ser descarregados os silos vazios. Por fim desloca-se ao ponto 3 onde irá descarregar as devoluções, sendo que isto acontece no supermercado da unidade de Aglomerados.

Fluxo Aglomerada → EQD - Tendo em conta os pedidos identificados posteriormente, o operador carrega o comboio com os silos que contêm os produtos necessários (este processo ocorre na posição 3). Em seguida, dirige-se até ao ponto 1, que funciona como supermercado da EQD, e descarrega os silos cheios.

Este processo ocorre consoante as necessidades de fabrico, o que por vezes pode permitir a falta de produtos para produção na EQD.

Unidade de Distribuição (EQD)

Na figura 3-24 estão retratados os fluxos de produção da EQD, bem como as localizações de cada processo. Em seguida apresenta-se uma pequena descrição de cada processo, explicitando o que acontece em cada momento, bem como o controlo de qualidade realizado em cada etapa.

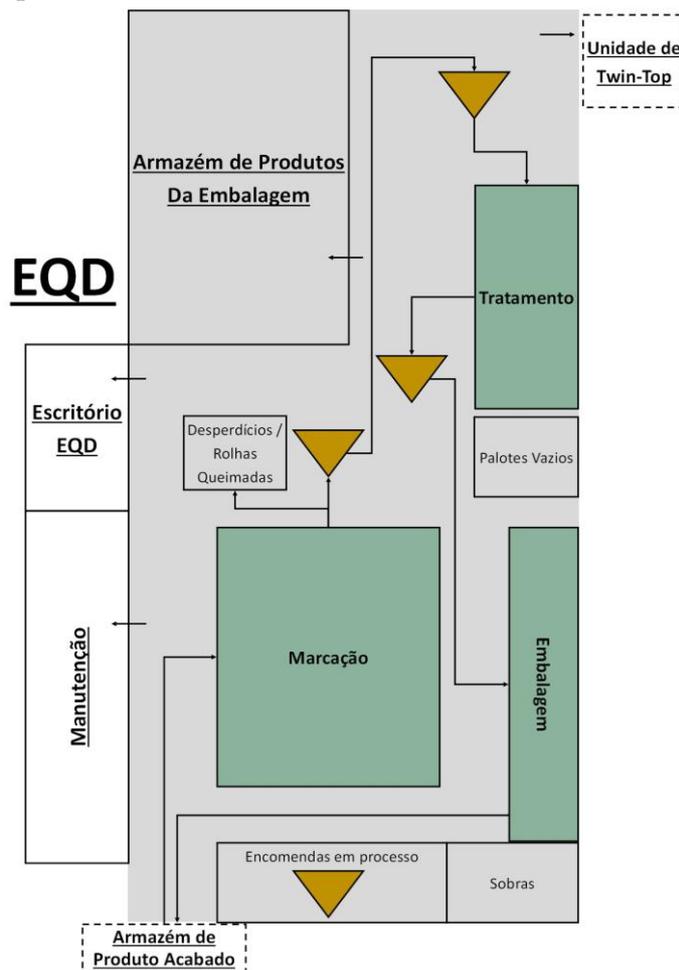


figura 3-24 Fluxograma da Unidade de Distribuição (EQD)

Marcação - Após o transporte por parte do Comboio Logístico, as rolhas podem necessitar ou não de ser marcadas de acordo com as especificidades do cliente a que se destinam. A etapa de marcação inicia-se com a definição da quantidade, calibre de rolha e da marca a utilizar, sendo que isto acontece tendo em base os *Kanbans* e as notas de encomenda fornecidas pelos diretores de logística e produção. Existem dois tipos de marcação: a tinta e a fogo. Como tal a unidade tem à sua disposição 13 máquinas para marcação a fogo, sendo que 5 delas apenas marcam o Corpo, 8 marcam Corpo+Topo(s), mas apenas 3 têm em conta a orientação na marcação dos Topos, e 10 máquinas para marcação a tinta, que somente têm a capacidade de marcar corpos.



figura 3-25 Marcação



Máq. Marcação a fogo
(Corpo+Topos)

Máq. Marcação a fogo
(Corpo+Topos com orientação)

Máq. Marcação a tinta
(Corpo)

figura 3-26 Tipos de Máquinas da Marcação

Sempre que necessário, as marcas poderão ser mudadas e para tal existe uma ma-coteca onde se armazenam a maior parte das marcas utilizadas. As marcas devem ser verificadas consoante as suas especificações (Tabela 3-2), sendo responsabilidade do afi-nador registar no registo da marca quando foi verificada.

Tabela 3-2 Frequências mínimas de verificação de cada tipo de marca (Normas Cork +)

Tipo de Marca	Frequência mínima de verificação
Tinta	Cada 150ML
C/código a tinta	Cada 100ML
Fogo	Cada 500ML

Devem ser verificados, pelo afinador, vários parâmetros e este deve agir consoante a análise realizada. (Tabela 3-3)

Tabela 3-3 Parâmetros a verificar nas marcas (Normas Cork +)

Parâmetro	Descrição	Ação
Aspeto da Marca	Sujidade acumulada na marca	Limpar sempre a marca antes de iniciar utilização
Estado da Marca	Existência de falhas no relevo da marca	Eliminar Marca
Geometria da Marca	Deformação/entortamento da marca	Se possível endireitar a marca caso contrário eliminar
Qualidade da Marcação	Marca pouco visível ou pouca definição	Avaliar caso a caso

A nível de controlo da qualidade, este é realizado de hora em hora através do con-trolo visual de uma amostra. Após a marcação, as rolhas *Advantec* necessitam de 24h de repouso antes de serem tratadas. As rolhas que sofreram lavação do tipo CL2000 ou Re-vestimento (rolhas *Advantec*) e que têm como destino final, Portugal, Espanha, França ou Itália, necessitam de ser colocados na estufa de SO₂ de forma a reduzir os níveis de peróxidos dos produtos.

Em caso de não conformidades ou avarias de máquinas deve-se comunicar ao afi-nador. Se se verificar ocorrência de PNC, o operador deverá de imediato alertar a ana-lista de qualidade presente na UI.

Tratamento - Os principais objetivos deste processo é facilitar o engarrafamento, a vedação e a extração. Este é o último processo de revestimento a que as rolhas são submetidas antes de chegarem ao cliente.



figura 3-27 Tratamento

Existem 3 tipos de tratamento standard, dependendo, essencialmente, do produto que é aplicado: *Bopsil*, P2X e *Bopsil 1420*. Geralmente o tratamento *Bopsil* é aplicado em rolhas de calibre pequeno (rolhas para vinhos). Em contraste, o *Bopsil 1420* é utilizado em rolhas de calibre maior (rolhas para espumosos), garantindo à rolha uma aderência mais forte na garrafa. O tratamento P2X é aplicado essencialmente em rolhas do tipo *Advantec*. Para além do tipo de produto e da quantidade necessária, estes tratamentos diferem no tempo necessário à aplicação do revestimento e, ainda, na pressão exigida à saída dos depósitos do produto. Os lotes que sofreram tratamento do tipo *Bopsil 1420* devem, por norma, estabilizar durante um período de 6 horas após o Tratamento.

O Tratamento é realizado com recurso a 5 máquinas de tratar, dispostas lado a lado. As máqs. 1, 2 e 3 constituem a linha 1, enquanto que as máqs. 4 e 5 formam a linha 2. Esta distinção é feita pois, na primeira linha é possível efetuar todos os tipos de tratamento, porém, a segunda linha não possibilita a realização do tratamento P2X. Esta secção conta ainda com mais duas máquinas, a máquina 6 e a máquina 0, dispostas à esquerda da linha 1. No entanto, estas duas máquinas são de tratamento manual e têm capacidades muito inferiores às restantes. Assim, são apenas utilizadas para casos excecionais, como por exemplo, quando surge a necessidade de tratar um número praticamente residual de rolhas para que se termine uma encomenda.

Embalagem - Antes de iniciar o embalamento de um novo produto é muito importante que o operador limpe o equipamento com a pistola de ar comprimido e que verifique que não existem produtos na máquina de embalagem, isto para que não ocorram misturas. Esta fase é constituída por duas linhas de montagem. Ambas são constituídos por um detetor de metais, uma máquina de contagem, um tapete de escolha (para que se retirem defeitos e misturas) e, por fim, uma máquina que embala as rolhas em sacos consoante os requisitos do cliente. Estes sacos por sua vez são arrumados pelos operadores em caixas de cartão e colocados em paletes. Os números de sacos por caixa

e caixas por paletes são também definidos pelos clientes. Após a embalagem podem existir dois cenários: a paleta está completa, pelo que esta deve ser filmada e guardada no armazém de produtos acabados, ou então não haviam rolhas suficientes para a finalizar e, como tal, deve ser armazenada, na EQD, na zona de encomendas em processo.



figura 3-28 Embalagem EQD: Linha 1 (esquerda) e Linha 2 (direita)

3.3. Diagnóstico do sistema - Problema em análise e objetivos a alcançar

Após a análise realizada concluiu-se que o sistema era bastante complexo devido a todos os fluxos existentes, bem como a vasta gama de produtos que produz. De forma a atingir o objetivo proposto, melhorar o nível de serviço da EQD, será necessário melhorar o processo produtivo de produção de rolhas da UI AGLO; aumentar a produtividade e rentabilidade desse sistema sem pôr em causa a qualidade dos produtos; atuar sobre processos que estão a afetar negativamente a produção sem que se afete o fluxo de produção; promover ações que permitam balancear o fluxo produtivo; elaborar planos de ação e propor melhorias a médio/longo prazo.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO METODOLÓGICA

Neste capítulo serão apresentadas as propostas metodológicas aplicadas na realização deste estudo. Inicialmente serão apresentadas três metodologias de investigação, *Case Study*, *Action Research* e *Design Science Research*, posteriormente será escolhida a mais adequada. Por fim, será apresentado o modelo TLS que será aplicado durante o estudo.

4.1. Discussão e fundamentação da abordagem/proposta Metodológica:

Um dos problemas que os investigadores enfrentam é a seleção da abordagem metodológica que melhor se adequa ao estudo. Existem pressupostos e restrições quanto à escolha de cada método utilizado e estes devem ser tomados em consideração. O investigador deve analisar as abordagens possíveis e selecionar a que é mais apropriada, útil e eficaz para abordar esta questão em estudo (Dresch et al., 2015).

De acordo com o âmbito e objetivos da investigação, poderemos considerar três abordagens distintas: *Case Study*, *Action Research* e *Design Science Research*.

4.1.1. *Case Study*

Permite uma documentação cuidadosa e detalhada das práticas, que serão utilizadas como base para a investigação. Isto pode ser utilizado em conjunto com a *Survey Research*, ou algum outro tipo de recolha de dados, para desenvolver explicações para alguns dos resultados numa base mais abrangente (Flynn et al., 1990). Podem ser utilizados para verificação teórica, não sendo necessário grandes amostras; na sua verificação, mas de limitado interesse na verificação de hipótese. Se existirem casos suficientes, são possíveis algumas formas de análise estatística inferencial. O *Case Study* quando devidamente realizado, proporciona uma compreensão de fenómenos em profundidade, sendo um método utilizado para estudos empíricos (Dresch et al., 2015). Conforme exposto na figura 4-1 o processo de desenvolvimento de um *Case Study* [Adaptado: Dresch et al. (2015)]. deve ser desenvolvido uma consulta da literatura existente sobre o tema e desta forma identificar lacunas existentes que justificam a realização da investigação, bem como extrair conceitos a ser verificados no terreno e definir os seus objetivos. No que diz respeito ao seu design devem ser estabelecidos os métodos e técnicas de recolha e análise de dados. Na recolha de dados, devem ser utilizadas múltiplas fontes (entrevistas, análise de documentos, visitas ao local, entre outras). Uma vez escolhidas as

técnicas de recolha de dados, deve ser desenvolvido um protocolo de investigação. A recolha fica completa quando os dados recolhidos são considerados suficientes para abordar a questão da investigação. Com base nos dados recolhidos, considerando as múltiplas fontes de prova, o investigador deve então produzir uma narrativa geral do *Case Study*. Em geral, é necessário levar a cabo uma simplificação dos dados, de modo que só seja incluído na análise aquilo que é essencial e que tem ligação com os objetivos da investigação. Todas as fases anteriores devem então ser resumidas num relatório de investigação (Flynn et al., 1990).

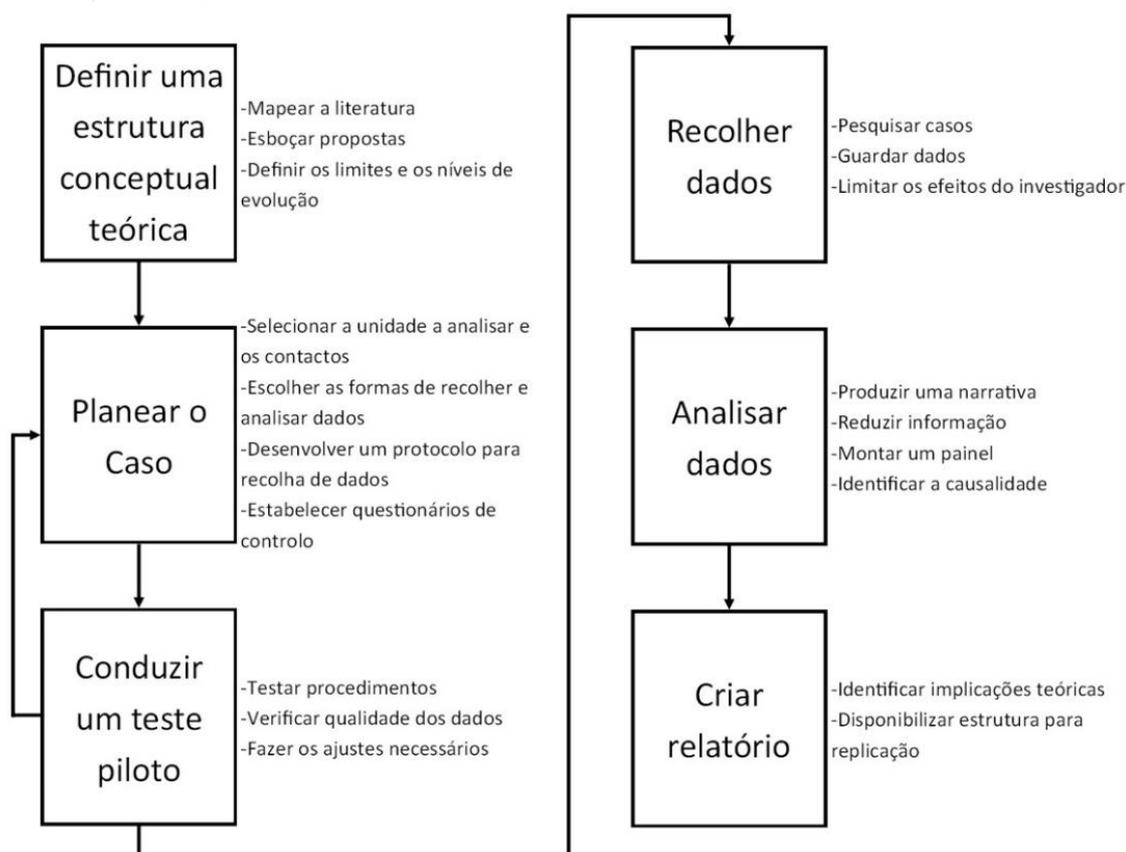


figura 4-1 Processo de desenvolvimento de um *Case Study* [Adaptado: Dresch et al. (2015)]

4.1.2. Action Research

Na *Action Research* a conceção e construção deve ter lugar em estreita ligação com a resolução de um problema coletivo, no qual investigadores e objeto de investigação, representantes da situação pesquisada, estão envolvidos de uma forma cooperativa e participativa. Utilizado na abordagem de problemas de investigação organizacionais em busca de soluções para um problema (Dresch et al., 2015). Uma precaução recomendada é que na construção de teorias, estas deverão ser compreendidas pelos seus sujeitos e pelos outros. Nesta abordagem a observação sólida e um cuidadoso desenvolvimento teórico, baseado em métodos de investigação, é particularmente importante face à proximidade objeto de investigação e o investigador. A *Participant Observation* também pode ser utilizada como componente da *Action Research*, em que uma pessoa dentro de uma

organização recolhe e analisa dados relativos a uma mudança em curso. Os observadores tornam-se parte do processo, a fim de registar o que os participantes experienciam. Acaba por ser bastante valioso no desenvolvimento teórico e na formulação de hipóteses. O observador participante é normalmente conhecido pelos sujeitos como investigador. Apenas nos casos em que os sujeitos não aceitariam investigadores é que a observação participante é utilizada de forma encoberta (Flynn et al., 1990). Na figura 4-2 apresenta-se o Ciclo da *Action Research* o qual compreende três fases principais: reconhecimento do problema, intervenção e avaliação da intervenção. Sendo importante mencionar que estes ciclos são constantes e sequenciais, ou seja, são contínuos pelo tempo que for necessário (Dresch et al., 2015).

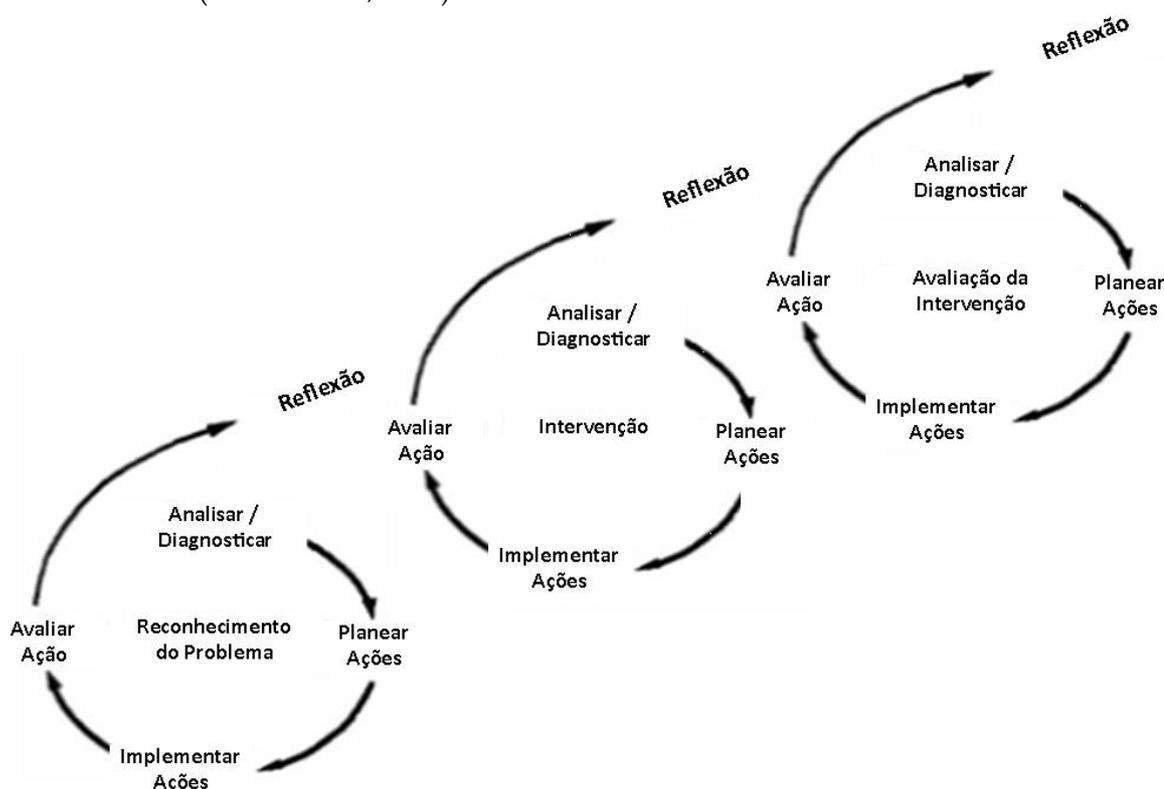


figura 4-2 Ciclo da *Action Research*

4.1.3. *Design Science Research*

Inspirado por Herbert Simon, é conceptualizada uma estratégia de investigação, destinada ao conhecimento que pode ser utilizado de forma instrumental para conceber e implementar ações, processos ou sistemas, de forma a alcançar os resultados desejados na prática. O *Design Science Research* (DSR) é impulsionado por problemas ou oportunidades de campo; o conhecimento instrumental é desenvolvido através de um profundo envolvimento com estes problemas ou oportunidades de Gestão de Operações (GO) na vida real. O objetivo desta estratégia é desenvolver conhecimentos que possam ser utilizados de uma forma direta e específica para conceber e implementar ações, processos ou sistemas destinados a alcançar os resultados desejados, incluindo dois componentes fundamentais: 1) descritivo/explicativo e 2) desenho/teste. O primeiro fornece uma base

sólida para o segundo, cultivando uma compreensão profunda do problema de campo para o qual o segundo componente produz um conhecimento orientado para a melhoria. A justificação no DSR vai da resposta à pergunta: através de uma conceção (uma resposta a um problema de conceção), testam-se vários contextos, e assim a conceção resolve o problema ou satisfaz as especificações dadas (Van Aken et al., 2016). A *Design Science Research*, permite ao investigador não só explorar, descrever ou explicar um dado fenómeno, mas também conceber soluções para um dado problema. Uma chave do DSR é que, embora seja orientada para a resolução de problemas, não procura uma solução ótima, mas antes uma solução satisfatória para a problemas em estudo, encontrando-se na figura 4-3 sintetizadas as etapas principais para o seu desenvolvimento [Adaptado: Dresch et al. (2015)].

Na figura 4-3 são apresentadas as principais etapas necessárias para o desenvolvimento de uma *Design Science Research*.

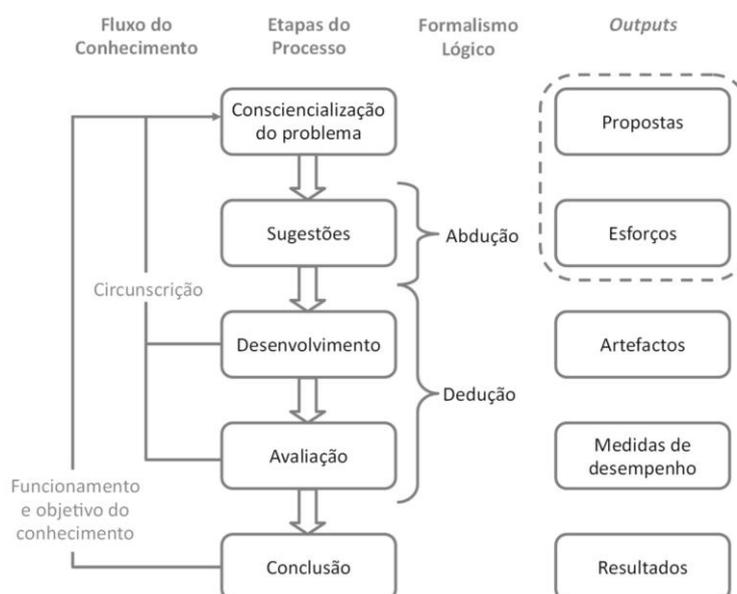


figura 4-3 Etapas principais para desenvolver uma *Design Science Research* [Adaptado: Dresch et al. (2015)]

4.1.4. Discussão e escolha (*Case study vs Action Research vs Design Science Research*)

Face ao exposto no *Case Study* e na *Action Research* o paradigma é a exploração, descrição, explicação e, se possível, previsão de fenómenos ou sistemas existentes. No *Design Science Research* o paradigma é particularmente útil no design de novos sistemas ou no desenvolvimento da solução de problemas reais e relevantes (Dresch et al., 2015).

Deve ainda salientar-se que, para decidir sobre o método de investigação adequado para cada investigação, o investigador deve considerar alguns aspetos, tais como: (i) a sua contribuição para abordar o problema de investigação; (ii) a legitimidade na comunidade científica; (iii) os procedimentos sistemáticos a seguir na condução da investigação. Um método de investigação coerentemente organizado ajuda a assegurar o

rigor da investigação, a fiabilidade dos resultados e, acima de tudo, a resposta ao problema proposto. Além disso, uma metodologia rigorosa adequada ajuda a assegurar a validade do trabalho de investigação e, conseqüentemente, o seu reconhecimento como um estudo sério e bem conduzido. O DSR e a *Action Research* partilham várias características no domínio social. No entanto, a maioria dos projetos *Action Research* visam melhorias específicas para cada caso. A DSR, pelo contrário, procura desenvolver conhecimentos genéricos para apoiar ações de melhoria organizacional (van Aken et al., 2016). Na Tabela 4-1 apresenta-se uma análise comparativa das metodologias: Case Study, Action Research e Design Science Research

Tabela 4-1 Análise comparativa das metodologias: *Case Study*, *Action Research* e *Design Science Research*

Caraterística	<i>Case Study</i>	<i>Action Research</i>	<i>Design Science Research</i>
Paradigma Epistemológico	Ciências Tradicionais (natural e social)	Ciências Tradicionais (natural e social)	<i>Design Science</i>
Objetivos que podem ser atingidos	Ajudar a compreensão dos fenómenos complexos. Testar ou criar teorias.	Resolver ou explicar problemas do sistema gerando conhecimento para a prática e a teoria	Desenvolver artefactos que permitam soluções satisfatórias para problemas práticos. Contributo para a construção de teorias
	Explorar, descrever, explicar e prever.	Explorar, descrever, explicar e prever.	Conceber e prescrever
Principais atividades planeadas para uma condução apropriada da pesquisa	Definir <i>frameworks</i> conceptuais	Planear ações	Definir o problema
	Planear hipóteses	Recolher dados	Sugestões
	Testar hipóteses	Analisar dados	Desenvolvimento
	Recolher dados	Implementar ações	Avaliar
	Analisar dados	Avaliar resultados	Conclusões
	Gerar relatórios	Monitorizar	Comunicar
Resultados de pesquisa	Estruturas	Estruturas	Artefactos (estruturas, modelos, métodos, designs, propostas)
	Hipóteses	Hipóteses	
	Propostas	Descrições	
	Descrições	Explicações	
Conhecimento gerado	Em como as coisas são ou como se comportam	Em como as coisas são ou como se comportam	Em como as coisas deveriam ser
Papel do investigador	Observador	Múltiplo, dependendo do tipo de <i>Action Research</i>	Construtor e/ou avaliador do artefacto
Colaboração entre investigador e investigado	Não necessária	Necessária	Não necessária
Base empírica	Necessária	Necessária	Não necessária
Implementação	Não aplicável	Necessária	Não necessária
Avaliação dos resultados obtidos na investigação	Confronto com a teoria	Confronto com a teoria	Aplicações, simulações, experiências dos artefactos
Natureza dos dados (Recolha/Análise)	Normalmente qualitativa	Normalmente qualitativa	Qualitativa e/ou quantitativa
Especificidade dos resultados da investigação	Situação específica	Situação específica	Generalizável para uma certa classe de problemas

Após a análise e comparação das três metodologias optou-se pela realização da investigação seguindo as diretrizes do *Case Study*, isto porque, a nível organizacional, contribui para a melhoria da gestão dos processos operacionais *Lean* da empresa, introduzindo uma nova metodologia, novas ferramentas de melhoria e uma abordagem sistemática para examinar problemas (Gaspar et al., 2019). Com esta investigação pretende-se dar à empresa uma abordagem de reflexão sistemática para analisar um sistema organizacional e encontrar soluções robustas para o melhorar. Assim, foi desenvolvida uma consulta da literatura existente sobre o tema em estudo. Foi possível identificar lacunas existentes que justificam a realização da investigação. Em seguida foram planeados e estabelecidos os métodos e técnicas de recolha e análise de dados. Com base nos dados recolhidos o investigador analisou o sistema e implementou ações no mesmo focado no objetivo da investigação. Por fim foi resumido todo o estudo e os respetivos resultados neste relatório de investigação.

4.2. Apresentação da proposta de um Modelo integrador TLS

Este estudo segue uma metodologia que se baseia num modelo TLS. Após serem analisados os modelos desenvolvidos e identificar possíveis fragilidades e oportunidades de melhoria dos mesmos integraram-se as melhores práticas das três metodologias estudadas, *TOC*, *Lean* e *Six Sigma*, e desenvolveu-se um modelo integrado de melhoria contínua. O objetivo deste modelo é gerar melhorias nos sistemas produtivos promovendo a eliminação de desperdícios e maximização de benefícios na área da qualidade, o que irá resultar numa maior satisfação dos clientes. Deste modo, é proposto um modelo que os combina, sendo a intenção principal que este seja bastante flexível, de modo a ser possível de ser implementado em qualquer sistema produtivo.

A proposta de modelo TLS apresentada na figura 4-4 serve de guião para a implementação do projeto de melhoria contínua, no entanto podem ser necessárias alterações consoante as necessidades ou os resultados obtidos ao longo da sua implementação. Se este for aplicado a outros sistemas produtivos poderá ser alvo de alterações ou até mesmo eliminação de alguma fase que não seja necessária ou que já seja habitualmente realizada.

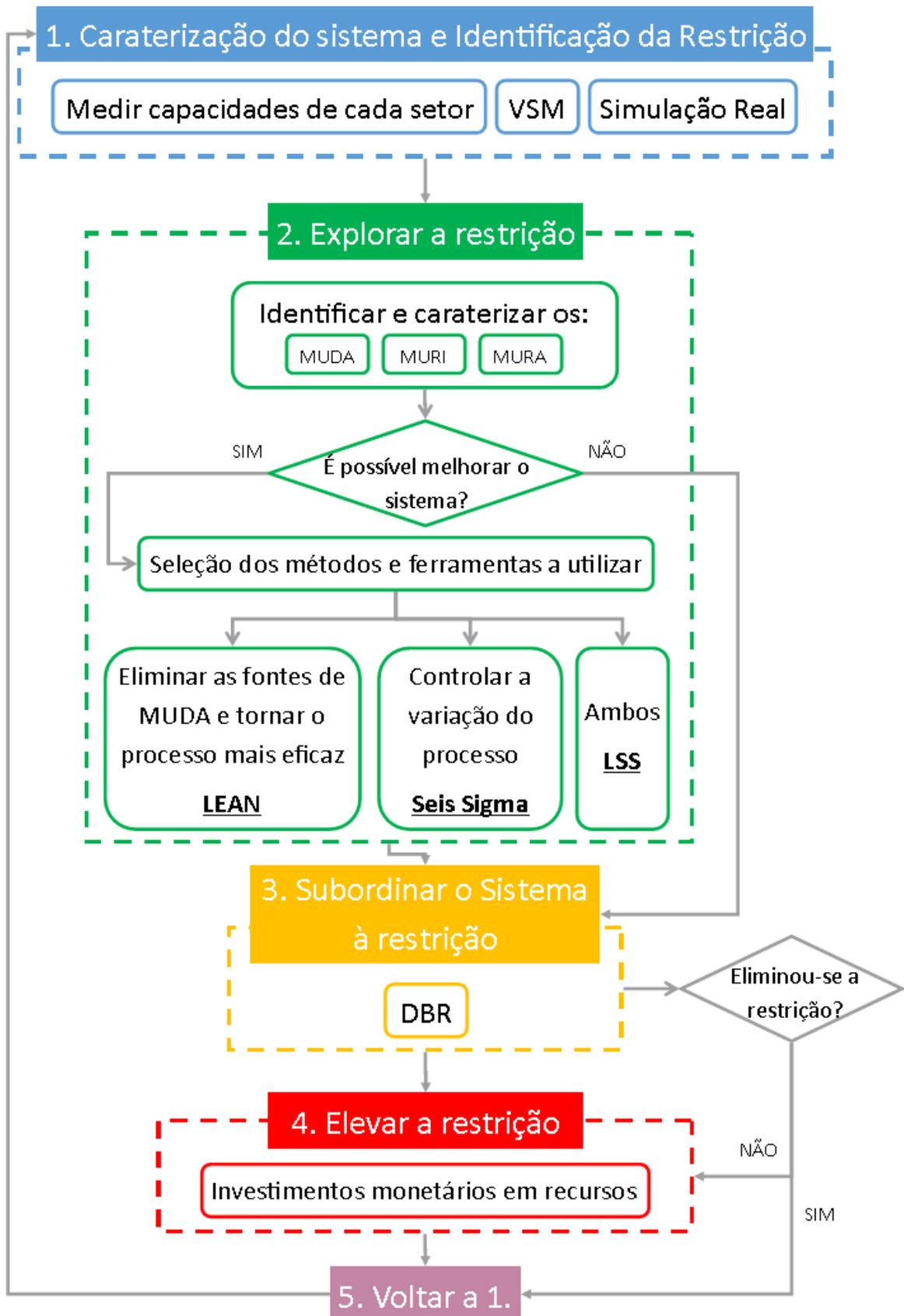


figura 4-4 Modelo TLS proposto

4.2.1. Caracterização do Sistema e Identificação da Restrição

Nesta fase pretende-se identificar qual o sistema produtivo a ser estudado, deverá ser feita uma caracterização detalhada de modo que a entidade responsável pela concretização do modelo no sistema obtenha os conhecimentos necessários para que a implementação da melhoria contínua seja feita de forma bem sucedida.

O principal objetivo desta fase é encontrar a restrição do sistema, ou seja, identificar a etapa que estará a impedir o sistema de alcançar o seu potencial. Deste modo, ao caracterizar-se e explorar-se o processo detalhadamente, é possível compreenderem-se quais as mudanças que necessitam de ser realizadas. A identificação da restrição do sistema deverá ter em conta:

- O cálculo das capacidades de todas as máquinas de maneira individual, de forma a obter a capacidade produtiva de cada processo, afim de comparar estes valores com os seus nominais;

- A construção de um diagrama do processo, o cálculo dos *takt time*, tempos de ciclo, tempos de operações, *lead time* e eficiências. Partindo destes dados é possível construir um VSM do estado atual, isto é, um mapeamento do fluxo de valor do sistema, e compreender melhor o processo e o funcionamento dos seus fluxos;

- Acompanhar o funcionamento real do sistema, isto é, acompanhar o sistema em funcionamento quando este está a produzir na sua máxima capacidade. Isto vai permitir compreender o comportamento do sistema real e acompanhar a evolução da acumulação dos inventários antes de cada processo.

Com a ajuda das ferramentas apresentadas e uma análise pormenorizada dos resultados obtidos, será possível identificar qual a restrição do sistema em questão, esta deverá ser a prioridade e o foco das ações de melhoria.

4.2.2. Explorar a Restrição

Nesta fase não se pretende recorrer a investimentos financeiros, pretende-se simplesmente tentar retirar o máximo da restrição, com o objetivo de torná-la o mais eficiente possível. De modo a explorar a restrição, são identificados e medidos os desperdícios (MUDA), utilizando ferramentas tais como:

- Comparar o *Current State* do VSM com o *Future State* pretendido e planejar eventos *Kaizen* de melhoria contínua a implementar.

- Verificar a necessidade de criação ou alteração de *Standard Work* e a existência de perdas nas trocas de ferramentas (*Changeover*), proceder à normalização dos processos;

- Implementar SMED;

- Alocar máquinas, proceder à organização do trabalho e reduzir deslocações desnecessárias, estudar deslocações recorrendo a diagramas esparguete;

- Aplicar os 5S, melhorar a gestão visual da secção e criar fichas de melhoria;

- Verificar se os indicadores-chave de desempenho e OEE estão a ser medidos.

- Implementar o fluxo contínuo, criar células de trabalho que se dediquem a vários processos e reduzir *lead time*.

Simultaneamente deverá ser realizada a identificação das variabilidades no processo, recomenda-se o uso de algumas das ferramentas:

- Aplicar o VOC, *Run Charts*, *Checksheets*, Medição dos Sistemas de Análise (MSA) ao processo;

- Estudar as causas e os efeitos com diagramas de causa-efeito (Diagrama de *Ishikawa*) e “5 Porquês”;

- Estudar fiabilidade de equipamentos;

- Formar operadores sobre redução da variabilidade, manutenção e atuação nas paragens e encraves de máquinas;

- Realizar estudos R&R (Repetibilidade e Reprodutibilidade);

- Estudar o impacto económico (potencial ganho) da redução de defeitos.

- Criar diagramas de Pareto para identificar as principais causas de variabilidade; Entre outras.

Após esta identificação, será necessário responder à pergunta "É possível melhorar o sistema?", caso existam oportunidades de melhoria devem aplicar-se as ferramentas LSS, de modo que, a restrição seja explorada. Caso contrário, se conclua que o processo não apresenta qualquer tipo de oportunidades de melhoria, uma vez que a restrição já se encontra fortemente explorada, e que qualquer mudança apenas originará desperdícios em vez de melhorar efetivamente o sistema em estudo. O sistema deverá ser subordinado à restrição que corresponde à fase 3.

4.2.3. Subordinar o sistema à restrição

Depois da implementação das melhorias segundo ferramentas *Lean* e/ou *Six Sigma*, entra-se assim na 3ª Fase do modelo. É necessário submeter todo o sistema à restrição, caso contrário, não será possível eliminá-la, ou seja, é importante que todo o sistema funcione ao mesmo “ritmo”. Nos casos de sistemas onde estas ferramentas já estão implementadas é necessário garantir que estão a ser utilizadas de maneira correta. Na subordinação implementam-se ferramentas como o DBR, criando-se *buffers* e obrigando os processos a trabalhar à mesma velocidade. Outro tema importante, é que se garanta que os *Kanbans* são dimensionados de acordo com a informação da capacidade da restrição, sendo obrigatório garantir que o buffer precedente à restrição esteja sempre abastecido de forma a evitar paragens no processo mais crítico.

Após a subordinação do sistema deverá ser avaliado se a restrição foi eliminada, se isso se verifico deve-se encerrar o ciclo atual e iniciar-se um novo ciclo de melhoria contínua, como indica a fase 5, voltar a 1. Caso se verifique o oposto e a restrição ainda não tenha sido eliminada deve-se prosseguir para a fase seguinte.

4.2.4. Elevar a restrição

Em último lugar surge a fase de exploração, apenas ocorre caso as melhorias efetuadas com as ferramentas mencionadas nas secções anteriores não se revelem suficientes, ou seja, ocorre se a restrição ainda não foi eliminada em nenhuma das fases anteriores.

Para que a restrição seja elevada são necessários investimentos monetários, podendo passar pela contratação de mais colaboradores, investimentos em novas inovações, compra de novas máquinas, alterações de *layouts*, entre outros.

No final desta fase, é esperado que a restrição tenha sido eliminada, iniciando-se um novo ciclo TLS.

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA TLS

Neste capítulo será seguida a metodologia identificada na secção 4.2, com o objetivo de responder ao desafio de aumentar o nível de serviço da EQD. Deste modo, as seguintes secções representam a aplicação metodológica do modelo TLS proposto ao sistema de estudo, onde foram realizadas duas iterações do modelo.

5.1. Iteração 1

Durante a 1ª iteração, pretende-se iniciar pela identificação da restrição do sistema em estudo, seguindo-se a realização da sua resolução. No segundo passo é necessário decidir se o sistema será ou não submetido às decisões efetuadas. Entre o terceiro e o quarto passo deverá ser avaliado se a restrição já foi eliminada. Consoante o resultado desta análise prossegue-se para o quarto passo, onde a restrição será elevada, ou para o quinto e último passo, que é o retorno ao primeiro passo do modelo.

5.1.1. Analisar Sistema e identificar Restrição

O estudo inicia-se com a identificação da restrição do processo. Para tal, irá ser realizada uma caracterização mais aprofundada do sistema, onde será avaliada a árvore de objetivos, as capacidades por setor, o diagrama de interferências e o estado atual do sistema a partir de um VSM. Tendo como base todos estes resultados será identificado o *bottleneck* da cadeia de produção.

5.1.1.1. Árvore dos objetivos

O objetivo deste estudo é melhorar o nível de serviço da Unidade de Distribuição mais conhecida por EQD. Nesse sentido, construiu-se uma árvore dos objetivos onde é possível identificar os fatores crítico de sucesso, necessários para alcançar o objetivo pretendido, e as respetivas condições necessárias que deverão ser concretizadas (figura 5-1).

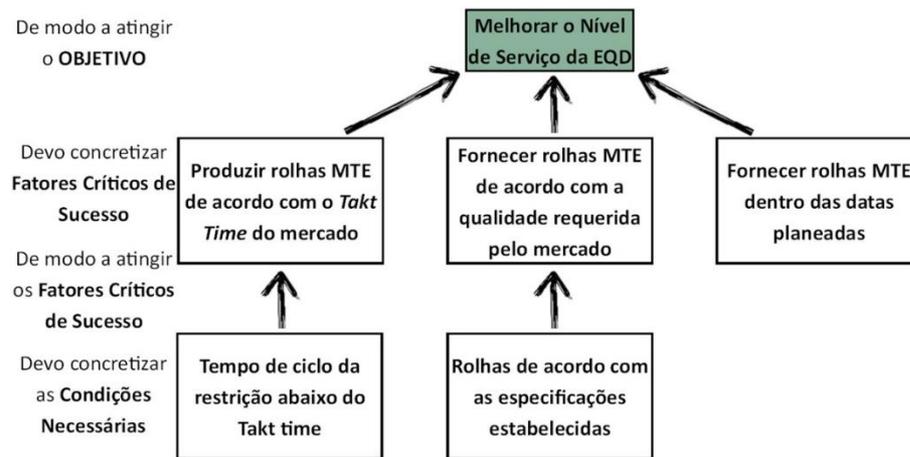


figura 5-1 Árvore dos Objetivos da Unidade de Distribuição (EQD)

É possível concluir-se que para alcançar o objetivo é necessário produzir rolhas MTE de acordo com o *Takt Time* do mercado, com a qualidade requerida pelo mercado e dentro das datas planeadas.

5.1.1.2. Análise das capacidades dos setores

Pretende-se caracterizar um sistema de forma objetiva, por isso é importante e essencial identificar as capacidades processamento de cada setor. Assim, o primeiro passo é recordar o processo de produção apresentado na secção 3.2 e as diferentes etapas que o compõem.

Inicialmente estudou-se as diversas áreas da Unidade EQD e mais tarde percebeu-se que seria necessário também estudar a Unidade de Aglomerados e parte da Unidade *Twin-top*.

Unidade EQD:

- Marcação (marcação das rolhas conforme as necessidades dos clientes)
- Tratamento (processo de tratamento das rolhas com produtos químicos que facilitam o engarrafamento, vedação e extração da rolha)
- Embalagem (embalamento de rolhas para o cliente final)

Unidade Twin-Top:

- Moldadoras (formação de corpos de cortiça a partir de granulado)
- Topejamento TT (formação de rolhas com dimensões pretendidas)

Unidade de Aglomerados:

- Extrusão (formação de corpos de cortiça a partir de granulado)
- Retificação AGLO (formação de rolhas com dimensões pretendidas)
- Lavagem (processo de lavagem das rolhas com produtos químicos que conferem a cor)
- Escolha Eletrónica (escolha de rolhas com grau de qualidade aceitável)

Os diferentes estudos realizados durante o desenvolvimento da presente dissertação encontram-se detalhados no Anexo A para a Marcação; no Anexo B para o Tratamento; no Anexo C para a Embalagem; no Anexo D para o Topejamento da TT; no Anexo E para a Extrusão; no Anexo F para a Retificação AGLO; no Anexo G para a Lavação; e por fim no Anexo H para a Escolha Eletrónica. Nas secções seguintes será explicada a metodologia utilizada nos referidos estudos.

5.1.1.2.1. Unidade EQD

5.1.1.2.1.1. Capacidade da Marcação

Como referido anteriormente na secção 3.2.3., existem dois tipos de marcação: a tinta e a fogo. Como tal a unidade tem há sua disposição 13 máquinas para marcação a fogo, sendo que 5 delas apenas marcam o corpo, 8 marcam corpo + topo(s), mas apenas 3 têm em conta a orientação na marcação dos topos, e 10 máquinas para marcação a tinta, que somente têm a capacidade de marcar corpos.

Tabela 5-1 Tipos de Máquinas de Marcação

	Tinta	Fogo
Corpo	T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 e T9	F8, F9, F10, F11 e F13
Corpo+Topos	-	F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7 e F12
Corpo+Topos+Orientação	-	F3, F4 e F7

Foram realizadas 5 medições em cada máquina, em cada medição contou-se o número de rolhas produzidas durante 1 minuto, Anexo A. Realizaram-se medições extra para as máquinas F3, F4 e F7, porque o tempo de ciclo aumenta quando estas funcionam com a funcionalidade de orientação de topos. Durante o período em que se recolheram os dados, as máquinas T2 e T3 estiveram sempre paradas pelo que se estimou a sua cadência através dos valores das cadências das restantes máquinas de tinta, chegando-se ao valor de 220 rolhas/min.

O cálculo da capacidade instalada teve em conta o número de trabalhadores em cada turno, assim como o número de máquinas que estes conseguem gerir, concluindo-se que a marcação trabalha cerca de 17,4 h por dia (Anexo A).

Adicionalmente, com o objetivo de se ter em consideração o número de *setups* no cálculo da capacidade, foi realizado um estudo relativamente ao número de *setups* realizado por máquina durante 5 semanas (S11 a S15), como se pode verificar no Anexo A. Para as máquinas que durante o período de observação tiveram 10 ou menos dias de funcionamento (T2, T3, T4, F8 e F13) assumiu-se que é realizada uma troca de marca por dia. O tempo médio de *setup* por categoria de máquina utilizado neste estudo provém de uma análise previamente realizada na Equipar Distribuição. Assim, tendo este estudo em consideração, calculou-se a capacidade de produção de cada máquina, bem como a total.

Por fim discutiram-se as conclusões com a responsável da produção, validando-se assim os resultados obtidos. A capacidade teórica da Marcação é de **4 769 653 rolhas/dia**.

5.1.1.2.1.2. Capacidade do Tratamento

A capacidade do processo de Tratamento encontra-se representada no Anexo B. Não se tiveram em conta as máquinas 0 e 6 por serem utilizadas raramente, com quantidades pequenas, manualmente e com o objetivo de acabar encomendas, não influenciando o resto da secção. Começou-se por realizar uma análise às produções do Tratamento compreendidas entre janeiro de 2020 e março de 2021, onde se identificou o número de tratamentos de cada tipo realizado e posteriormente calcularam-se as percentagens de cada tipo de tratamento (Tabela 5-2).

Tabela 5-2 Mix de Tratamento

	2020	2021 (até março)	Total	%
Bopsil 1	12105	2590	14695	40%
Bopsil 1420	14488	2789	17277	47%
P2X	3843	723	4566	12%
Total	30436	6102	36538	100%

Em seguida, recolheu-se informação do tempo de cada tipo de tratamento e estimou-se o tempo de carregamento de uma máquina (silo - máquina). Desprezou-se o tempo de abastecimento dos silos, por se tratar de uma atividade externa, não sendo, portanto, considerado no tempo de operação (Tabela 5-3).

Tabela 5-3 Tempos de cada tipo de Tratamento

Programa	(s/tratamento)				Total (min/trat)	
	Carregar máquina	Passo 1	Passo 2	Passo 3		
Bopsil 1420	20	180	450ml	40	720	16
Bopsil 1	20	180	250ml	40	480	12
P2X	20	180	520ml	40	720	16

Relativamente aos tempos de descarregamento existem duas girafas: a esquerda (Esq.) e a direita (Dir.). A Esq. é responsável pela máquina 1,2 e 3, e a Dir. pela máquina 4 e 5 (figura 3-27). Para estimar a duração do descarregamento realizaram-se 5 medições por tipo de rolha (CH ou Vinho) em cada máquina (1,2,3,4 e 5) (Anexo B). Concluiu-se que o tempo de descarregamento é independente do tipo de rolha e aproximadamente o mesmo nas duas girafas existentes. O seu valor é 3,08min.

De seguida, calculou-se o tempo médio de ciclo através da expressão apresentada em seguida.

$$\begin{aligned}
 \text{Tempo médio de trat.} &= \left(\sum_i^n \% \text{trat. } i \times \text{Tempo Trat. } i \right) + \text{Tempo Descarr.} = \\
 &= 17,19 \text{ min/tratamento}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Calculou-se também a quantidade standard por palote (Anexo B). Para isto fez-se uma análise ABC das produções da EQD (AnexoB) compreendidas entre janeiro de 2020 e março de 2021, onde se identificaram os calibres A desta unidade. Consequentemente recolheram-se as quantidades standard por palote para cada calibre. Sabe-se que um palote corresponde a um tratamento. Utilizou-se a seguinte equação para calcular a quantidade Standard por palote.

$$\sum_i^n \%Calibre\ i \times Qstandard\ i = 19\ 069\ rolhas/palote\ (trat) \quad (2)$$

Estimaram-se os tempos não produtivos como é possível observar na Tabela 5-4. Sabe-se que por turno os operadores têm direito a uma pausa 30min para almoço/jantar e 15min para lanche. As pistolas têm de ser limpas e sabe-se que as máquinas 1, 2 e 3 têm pistolas *Cobra* que demoram 8min as ser limpas, enquanto que, as máquinas 4 e 5 têm pistolas *Nordson* que apenas demoram 3min20s, o que dá uma média de 6min08s por pistola em cada turno. Os tambores das máquinas são limpos uma vez por semana e demorando aproximadamente 8h, isto é, um turno. Pelo que se distribuímos o seu peso por todos os turnos de uma semana, temos que:

$$\frac{\frac{8\ h/semana}{5\ dias/semana}}{3\ turnos/dia} = 0,53\ h/turno = 32\ min/turno \quad (3)$$

Tabela 5-4 Tempos úteis de produção de uma máquina por turno

Disponibilidade por turno	minutos	horas
Tempo turno	480	8,00
Pausa almoço	30	0,50
Pausa lanche	15	0,25
Tempo operação	435	7,25
Tempo de limpeza p/injeção	6	0,10
Tempo limpeza tambor	32	0,53
Tempo de produção	397	6,61

Calculou-se então a capacidade diária do tratamento através da seguinte expressão:

$$\begin{aligned} Capacidade\ diária &= N^{\circ} \frac{trat}{h} \times N^{\circ} \frac{rolhas}{trat} \times N^{\circ} máq \times N^{\circ} \frac{turnos}{dia} \times N^{\circ} \frac{h}{turno} = \\ &= \frac{60\ min/h}{17,19\ min/trat} \times 19\ 069\ rolhas/trat \times 5\ máq \times 3\ turnos/dia \times 6,61\ h/turno/máq = \\ &= 6\ 604\ 212\ rolhas/dia \end{aligned} \quad (4)$$

Por fim discutiram-se as conclusões com a responsável da produção, validando-se assim os resultados obtidos. A capacidade teórica do Tratamento é de **6 604 212 rolhas/dia**.

5.1.1.2.1.3. Capacidade da Embalagem

Para o cálculo da capacidade da Embalagem (Anexo C), começou-se por identificar a percentagem de rolhas embaladas por tipo (Champanhe ou Vinho) e as quantidades de rolhas por saco consoante o tipo. Para a realização desta análise tiveram-se em conta as produções da embalagem compreendidas entre janeiro de 2020 e março de 2021. Assim foi possível identificar que 61% das rolhas embaladas são de vinho e 39% são de champanhe. Segundo esta análise, as rolhas do tipo vinho embalam-se em sacos de 1000, enquanto que as rolhas de champanhe necessitaram de uma análise ABC, por existir bastante variedade na quantidade por saco, concluiu-se que as quantidades de embalagem A são 750, 875 e 825 rolhas/saco. (Anexo C)

Em seguida, realizaram-se cinco medições de cada quantidade de embalagem na linha 1. Em cada uma das medições mediram-se dez vezes o tempo de ciclo de produção de um saco de rolhas. (anexo C) Na linha 2 da embalagem, por ser uma linha de apoio que nem sempre se encontra em funcionamento, não foi possível recolher as cinco medições para todas as quantidades de sacos. Pelo que apenas se tiveram em conta as medições obtidas.

Tabela 5-5 Quantidades standard de cada linha

	Q standard	
Emb 1	57	unid/s
Emb 2	27	unid/s

Em seguida estimaram-se os tempos de funcionamento de cada linha em cada turno (Anexo C). Cada turno tem pausas programadas, como por exemplo 30 min para almoçar/ jantar, 15 min de lanche ou a reunião Kaizen diária que tem a duração de cerca de 15 min. Sabe-se ainda que é necessário trocar uma bobine de filme por turno pelo que se mediu este processo três vezes, concluindo-se que a sua duração era cerca de 5,85 min. Excluindo as pausas programadas o tempo disponível por turno é de 6,97h.

Apesar da linha 1 trabalhar o mesmo tempo nos três turnos, a linha 2 apenas trabalha no turno 2. O responsável da EQD definiu objetivos de produção para cada turno consoante o número de colaboradores, sendo eles os seguintes:

Tabela 5-6 Objetivos de Produção de cada turno da EQD

	Objetivo (rolhas /dia)	Emb1	Emb2
turno1	600	27%	
turno 2	1 000	30%	13%
turno 3	700	30%	
Total	2 300		

Através da análise das produções da embalagem de janeiro e fevereiro de 2021 estimaram-se o nº de palotes abastecidos por dia, o nº médio diário de trocas de encomenda e o nº médio diário de trocas entre palotes da mesma encomenda (Tabela 5-7).

Tabela 5-7 Estimativa do nº de palotes abastecidos por dia, do nº médio diário de trocas de encomenda e do nº médio diário de trocas entre palotes da mesma encomenda

Trocas de Palotes	Janeiro	Fevereiro	Total
Nº palotes	2513	2434	4947
Nº de trocas encomendas	766	768	1534
Nº de trocas entre palotes da mesma encomenda	1747	1666	3413
Nº Dias trabalho	19	18	37
Nº médio diário de trocas encomendas	41	43	42
Nº médio diário de trocas entre palotes da mesma encomenda	92	93	93

Com os dados das tabelas 5-6 e 5-7 e os seguintes pressupostos:

Linha 1 - Cerca de 70% das trocas de palotes da mesma encomenda não influencia o funcionamento da linha. Isto acontece porque o operador normalmente tem tempo para abastecer a linha sem ter de parar as máquinas.

Linha 2 - A troca de palotes da mesma encomenda não tem qualquer impacto, uma vez que os tempos de ciclo são bastante elevados e o operador tem tempo para abastecer a linha sem ter de parar as máquinas.

Calculou-se o número médio de palotes que influenciam o tempo de funcionamento da embalagem, isto é, que obrigam a parar a linha, sejam eles de troca de encomenda ou simplesmente porque o colaborador não conseguiu abastecer a linha sem influenciar o funcionamento da mesma. (Tabela 5-8)

Tabela 5-8 Nº de Palotes que influenciam cada linha em cada turno

	Turno 1		Turno 2		Turno3		Total
	Emb 1	Emb 1	Emb 2	Emb 1	Emb 1	Emb 1	
Frequência trocas encomenda (palotes)	12	12	6	12	12	42	Palotes
Frequência trocas palotes mesma enc.	8	8	0	8	8	24	Palotes

Em seguida realizaram-se, para a linha 1, dez medições dos processos de troca de palotes da mesma encomenda e de troca de encomenda, concluindo-se que o tempo médio destes é 54 s e 6,98 min, respetivamente. Para a linha 2, apenas se realizaram cinco medições para as trocas de encomendas, obtendo um valor de 12,26min para cada troca. Este valor mais elevado deve-se ao facto da linha 2 trabalhar com menos colaboradores e encontrar-se afastada dos materiais necessários para a realização da troca, isto é, da impressora, do computador de registo e das rolhas previamente tratadas e que serão embaladas na próxima encomenda.

Foi possível assim calcular o tempo de funcionamento de cada máquina em cada turno. (Anexo C)

Tabela 5-9 Tempo útil por turno

	Turno 1	Turno 2	Turno3
	Emb 1	Emb 1	Emb 2
	Emb 1	Emb 2	Emb 1
Tempo útil/turno (h)	5,45	5,45	5,74

Por fim, tendo em conta as quantidades standard e o tempo útil por turno calculou-se a capacidade teórica da Embalagem que é de **3 914 505 rolhas/dia**.

5.1.1.2.1.4. *Análise das Capacidades da EQD*

Em seguida são apresentadas as capacidades teóricas dos três processos da EQD. O cálculo exclui as paragens para manutenção, micro-paragens, limpezas dos equipamentos ou avarias e acontecimentos não programados.

Tabela 5-10 Capacidades Teóricas da EQD

Processo	Capacidade Teórica (rolhas/dia)
Marcação	4 769 653
Tratamento	6 604 212
Embalagem	3 914 505

Através da análise das capacidades, é possível concluir que a restrição do processo em termos de capacidade teóricas é a Embalagem. No entanto após confrontar os resultados com o registo de produções da EQD (Tabela 5-11), concluiu-se que o problema não seria falta de capacidade, mas sim falta de rolhas.

Tabela 5-11 Produções médias diárias da EQD

	Média (rolhas/dia)
2018	2 095 967
2019	2 119 623
2020	2 065 960
2021*	2 071 770

*Até março

Utilizou-se ainda mais uma ferramenta, o Diagrama de Interferências de forma a perceber qual a restrição principal da EQD. Para isso houve uma reunião com o responsável da EQD de forma a identificar e quantificar quais as principais interferências que fazem com que o nível de serviço desça. Posteriormente foi construído o diagrama da figura 5-2.

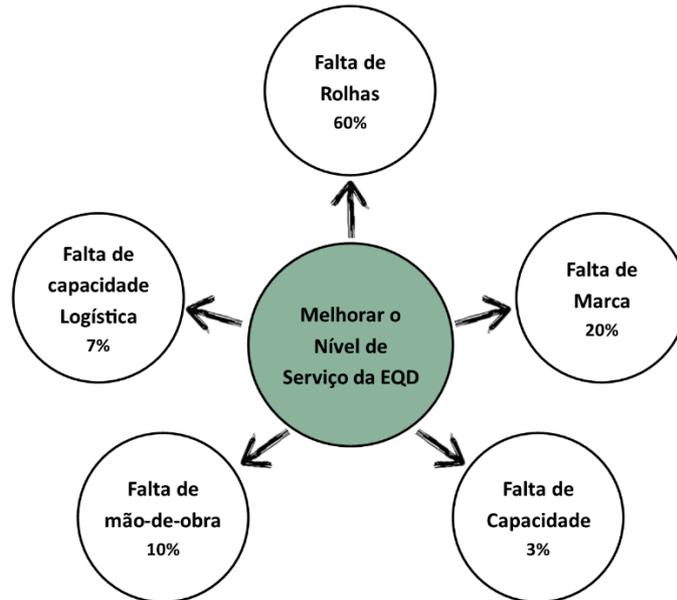


figura 5-2 Diagrama de Interferências da Equipar Distribuição

Através do diagrama de interferências foi possível construir um gráfico circular com as quantificações das interferências e clarificar a ordem de prioridade das mesmas. Mais uma vez é visível que a maior restrição da EQD é a falta de rolhas, com um peso de 60%.

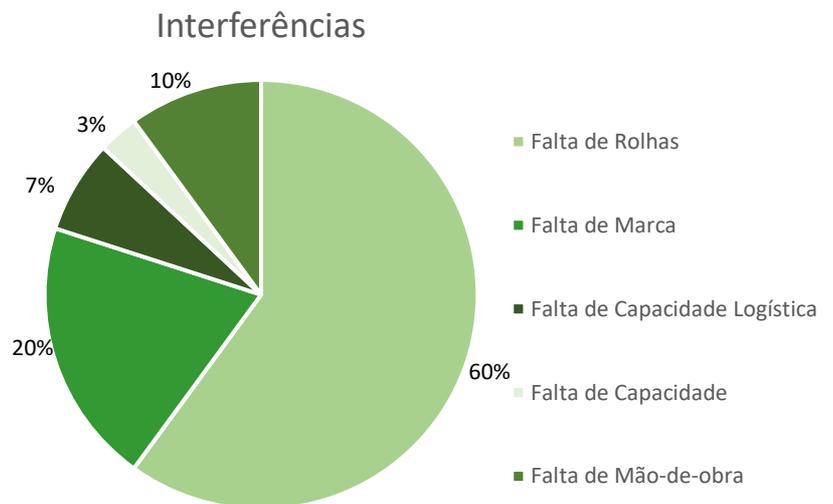


figura 5-3 Principais Interferências da Equipar Distribuição

Assim, decidiu-se que deveria ser realizado um estudo das capacidades à Unidade de Aglomerados (incluindo as Moldadoras 1 e 2 e o Topejamento da Unidade Twin-Top) que será apresentado em seguida.

5.1.1.2.2. Unidade de Aglomerados + Twin Top

5.1.1.2.2.1. Capacidade da Moldação

Na UI *Twin-Top* existe uma secção com 5 moldadoras, 2 delas são responsáveis pela produção de corpos para a Unidade de Aglomerados. A moldadora 1 é responsável por produzir corpos do calibre 47x27 e a moldadora 2 é responsável por produzir corpos do calibre 40x27. Para calcular a produção retórica da moldação contaram-se o número de batidas da moldadora durante 1 minuto. Em cada batida eram atingidos dois moldes e cada molde tem 44 rolhas. Considerou-se que devido ao arranque e a limpezas, as moldadoras trabalham diferentes horas ao longo de uma semana de trabalho, sendo que em média trabalham 20,6 h/dia. (Tabela 5-12)

Tabela 5-12 N^o médio de horas de trabalho da Moldação

Moldação (h/dia)	
2 ^a	19
3 ^a	24
4 ^a	24
5 ^a	24
6 ^a	12
Média	20,6

Em ambos os casos foram contabilizadas seis batidas por minuto pelo que a cadência diária é igual nas duas moldadoras e possível de calcular através da seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Cadência} &= 6 \text{ batidas/min} \times 2 \text{ moldes/batida} \times 44 \text{ rolhas/molde} \times 22,5 \text{ h/dia} \times 60 \text{ min/h} = \\ &= 712\ 800 \text{ rolhas/dia} \end{aligned} \quad (5)$$

Por fim discutiram-se as conclusões com a responsável da produção, validando-se assim os resultados obtidos. A capacidade teórica da Moldação é dada pela soma das capacidades das moldadoras 1 e 2, o que resulta em **1 305 216 rolhas/dia**.

5.1.1.2.2.2. Capacidade da Extrusão

Numa primeira fase, realizou-se uma análise das produções realizadas na extrusão, no período compreendido entre janeiro de 2020 e março de 2021 (Anexo D). Identificaram-se os principais produtos produzidos e retiraram-se aqueles que têm um menor peso na produção total e aqueles que apesar de serem produzidos na Equipar são diretamente expedidos para outras unidades do grupo, sem passar por outro processo produtivo da Equipar. Assim identificaram-se os seguintes calibres:

Tabela 5-13 Produtos A da Extrusão

	L1	L2	L3	L4
	45,5x26	48,5x30	46,5x33	46,5x33
Calibre	39,5x26	46,5x30	48,5x33	48,5x33
	36,5x26	41,5x30		

Sabe-se que a taxa de produção é diferente de linha para linha e consoante os calibres dos corpos produzidos, isto é, comprimentos diferentes originam tempos de produção diferentes. No Anexo D é possível observar os resultados obtidos após a realização de dez medições do número de rolhas extrudidas durante um minuto para cada lado (A ou B) de cada linha. Contabilizaram-se também o número de tubos ativos em cada máquina extrusora de forma que a capacidade estimada seja o mais real possível. Considerou-se que devido ao arranque e a limpezas as linhas da Extrusão trabalham diferentes horas ao longo de uma semana de trabalho, sendo que em média trabalham 21 h/dia (Tabela 5-14). Teve-se em conta o mix dos produtos e as medições realizadas, obtendo-se assim as capacidades de cada linha e total da extrusão (Tabela 5-15).

Tabela 5-14 Nº de horas médio de trabalho da Extrusão

	Extrusão (h/dia)
2ª	17
3ª	24
4ª	24
5ª	24
6ª	16
Média	21

Tabela 5-15 Cadências da Extrusão

	Cadência (rolhas/dia)
L1	640 374
L2	364 986
L3	315 424
L4	320 357
Total	1 641 141

Por fim discutiram-se as conclusões com a responsável da produção, validando-se assim os resultados obtidos. A capacidade teórica da Extrusão é dada pela soma das capacidades das linhas 1, 2, 3 e 4 o que resulta em **1 641 141 rolhas/dia**.

5.1.1.2.2.3. Capacidade da Topejamento TT

O Topejamento TT, ou Acabamentos Mecânicos, é responsável pelos corpos produzidos nas moldadoras e é constituído por duas etapas: o Ponçamento e o Topejamento + Chanframento. As medições realizadas consideraram simplesmente as cadências do Topejamento + Chanframento, visto que existe um buffer a alimentar as topejadeiras. Inicialmente selecionaram-se os calibres A e recorreram-se às produções do Topejamento TT compreendidas entre janeiro de 2020 e março de 2021, Anexo E, onde se identificou o mix de produtos.

Tabela 5-16 Produtos A do Topejamento TT

	Vinho	
Calibre	38x23	44x23
	38x24	44x24

O Topejamento é constituído por doze linhas, mas considera-se que cada moldadora tem direito a apenas três linhas. Os corpos da moldadora 1 e 2 apenas podem ser processados na L4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 ou 12. Procedeu-se à recolha do maior número de dados, ou seja, mediram-se o maior número possível de diferentes calibres em cada máquina, Anexo E. Foram realizadas 5 medições para cada calibre em cada máquina. Em cada observação mediu-se o número de rolhas produzidas durante um minuto. Consideraram-se 22,5h úteis por dia de trabalho, sendo que se retiraram 30min por turno que representam as paragens planeadas.

Tabela 5-17 Cadências do Topejamento TT

Cadência Máquina Vinho (rolhas/dia)	280 351
Nº Máquinas	6
Cadência Topejamento TT (rolhas/dia)	1 682 104

Por fim discutiram-se as conclusões com a responsável da produção, validando-se assim os resultados obtidos. A capacidade teórica do Topejamento TT é dada pelo produto da capacidade de uma máquina de vinho pelo número de máquinas, o que resulta em **1 682 104 rolhas/dia**.

5.1.1.2.2.4. Capacidade da Retificação AGLO

Este processo é constituída por três etapas: o Ponçamento, o Topejamento e, por último, o Chanframento. Inicialmente realizou-se uma análise ABC às produções da Retificação AGLO compreendidas entre janeiro de 2020 e março de 2021, Anexo F, onde se identificaram os calibres A desta secção. Posteriormente retiraram-se dois calibres, 47x28,6 e 47x29, pois já não são produzidos na unidade de Aglomerados.

Tabela 5-18 Produtos A da Retificação AGLO

	Vinho		Champanhe	
Calibre	38x23,5	38x23	47x29,5	47x28
	33x23	44x23	47x30	40x27

A Retificação é constituída por cinco linhas para rolhas de vinho, (L4, 5, 12, 13 e 14) e nove de champanhe (L1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 e 11), pelo que se procedeu á recolha do maior número de dados, ou seja, mediram-se o maior número possível de diferentes calibres em cada máquina (Anexo F). Foram realizadas 5 medições para cada calibre em cada tipo de máquina. Em cada observação mediu-se o número de rolhas produzidas durante um minuto. Identificou-se em cada linha a máquina restritiva, em quase todos os casos foi a topejadeira. Consideraram-se 21,5h úteis por dia de trabalho, sendo que se retiraram 45 min por turno em que a secção pára, para que a poeira assente, e assim seja possível a secção continuar o seu trabalho.

Tabela 5-19 Cadências da Retificação AGLO

	Máq. Champanhe	Máq. Vinho
Cadência (rolhas/dia)	147 126	170 668
Nº Máquinas	9	5
Cadência Retificação AGLO (rolhas/dia)	2 177 471	

Por fim discutiram-se as conclusões com a responsável da produção, validando-se assim os resultados obtidos. A capacidade teórica da Retificação AGLO é dada pela soma dos produtos da capacidade de uma máquina de champanhe pelo número de máquinas de champanhe e da capacidade de uma máquina de vinho pelo número de máquinas de vinho, o que resulta em **2 177 471 rolhas/dia**.

5.1.1.2.2.5. Capacidade da Lavação

Este processo é composto por sete máquinas, que possuem diferentes tempos de processo para os diversos programas existentes. No Anexo G são apresentados todos os cálculos realizados para obter a capacidade desta secção.

Para começar, a responsável de processo da Equipar facultou, para cada máquina, os respetivos tempos de produção tendo em conta o tipo de lavação. Informou ainda que deveriam ser acrescentados 10 minutos para a introdução dos materiais e, por fim, que deveria ser contabilizado o tempo de descarregamento das diferentes girafas anexas a cada máquina. Para isso procedeu-se à medição do tempo de descarregamento de rolhas de champanhe e de vinho nas diferentes máquinas, tendo sido realizadas três medições para cada tipo em cada girafa. Excluíram-se os casos das rolhas de champanhe nas máqs. 4 e 6 e das Rolhas de vinho na máq. 5, por nunca serem produzidas nestas. Foi também necessário calcular as percentagens de rolhas do tipo champanhe e vinho para cada máquina, tendo em conta as produções de janeiro de 2020 até março de 2021. Assim, foi possível calcular o tempo médio de descarregamento de cada máquina. O tempo de abastecimento foi desprezado uma vez que é possível abastecer a máquina enquanto a lavação anterior acaba de ser descarregada através da girafa existente junto a cada máquina.

As máqs. 1, 2 e 3 realizam lavações do tipo *Clean2000*, *Clean0* e *Clear*, a máq. 5 apenas realiza *Clean0* e, por fim, as máqs. 4 e 6 apenas realizam do tipo HTC e a máq. 7 realiza *Clean0* e HTC. Calcularam-se as percentagens de tipos de lavações e de tipo de rolhas em cada máquina, conseqüentemente foi possível calcular o tempo médio de uma lavação para cada uma delas.

As máqs. 1, 2, 3, 5 e 7 têm capacidade para 2 cestos, considera-se que caso estes sejam de rolhas de vinho correspondem a 60 ML rolhas, se forem de champanhe apenas contêm 40ML rolhas. As máqs. 4 e 6 necessitam de realizar três programas para produzirem as mesmas quantidades.

Considerou-se que a lavação funciona 22h/dia e dividiu-se o tempo médio de uma lavação para cada máquina pelo tempo de funcionamento, obtendo-se o número de

lavações por dia em cada máquina. Para terminar multiplicou-se o número de lavações pelo mix de produto das quantidades obtendo-se a capacidade de cada máquina. No caso das máqs. 4 e 6 foi necessário dividir as quantidades por três, uma vez que cada lavagem contém um terço da quantidade normal.

Assim, a capacidade teórica da Lavagem é dada pela soma das capacidades das sete máquinas, o que resulta em **3 464 554 rolhas/dia**.

5.1.1.2.2.6. Capacidade da Escolha Eletrónica

À semelhança do processo utilizado para Retificação AGLO, foi realizada uma análise ABC às produções da Escolha Eletrónica compreendidas entre janeiro de 2020 e março de 2021, Anexo H, onde se identificaram os calibres A desta secção.

Tabela 5-20 Produtos A da Escolha Eletrónica

	Vinho		Champanhe	
Calibre	38x23	44x23,5	47x29,5	47x28
	44x23	38x23,5	47x30	40x27
	38x24	44x24	45x29	
	33x23			

A Escolha Eletrónica é constituída por cinco linhas para rolhas de champanhe, (L11, 12, 13, 14 e 15) e dez de vinho (L1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10), pelo que se procedeu á recolha do maior número de dados, ou seja, mediram-se o maior número possível de diferentes calibres em cada máquina, Anexo H. Foram realizadas 5 medições para cada calibre em cada tipo de máquina. Em cada observação mediu-se o número de rolhas produzidas durante um minuto. Consideraram-se 22,5h úteis por dia de trabalho, retiraram-se 30min por turno que representa as possíveis paragens planeadas.

Tabela 5-21 Cadências da Escolha Eletrónica

	Máq. Champanhe	Máq. Vinho
Cadência (rolhas/dia)	282 577	277 235
Nº Máquinas	5	10
Cadência Escolha Eletrónica (rolhas/dia)	4 185 240	

Por fim discutiram-se as conclusões com a responsável da produção, validando-se assim os resultados obtidos. A capacidade teórica da Escolha Eletrónica é dada pela soma dos produtos da capacidade de uma máquina de champanhe pelo número de máquinas de champanhe e da capacidade de uma máquina de vinho pelo número de máquinas de vinho, o que resulta em **4 185 240 rolhas/dia**.

5.1.1.2.2.7. Análise Global das Capacidades Unidade Aglomerados

Em seguida são apresentadas as capacidades teóricas de todos os processos da Unidade de Aglomerados (incluindo as Moldadoras 1 e 2 e o Topejamento da Unidade Twin-Top). Este cálculo não considera paragens para manutenção, micro-paragens, limpezas dos equipamentos ou avarias e acontecimentos não programados. Por existirem corpos das Moldadoras que são abastecidos à Retificação AGLO, optou-se por juntar a Extrusão e a Moldação. Por outro lado, juntaram-se a Retificação AGLO e TT pois ambas abastecem a Lavação.

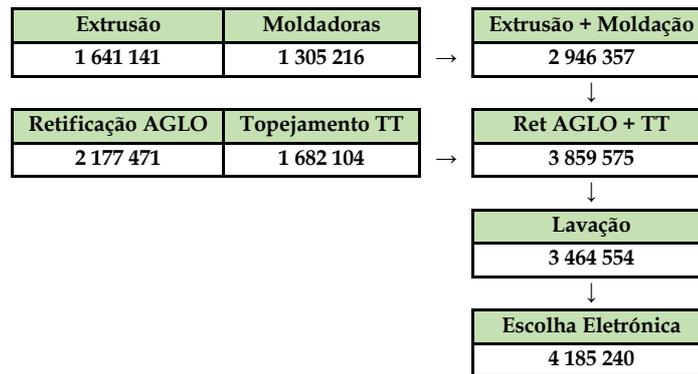


figura 5-4 Resumo das Capacidades Teóricas dos Processos do Sistema.

Como é possível concluir através da análise realizada, a restrição do processo em termos de capacidade teórica é a Extrusão + Moldação, apresentando uma capacidade de cerca de 30% abaixo da Escolha Eletrónica (o processo com maior capacidade produtiva). Contudo, a fim de chegar a uma conclusão fundamentada, serão usadas mais ferramentas.

5.1.1.3. Value Stream Mapping (VSM): Caracterização do estado atual

Com objetivo de fazer uma análise de todas as etapas que constituem a EQD e da UI AGLO, fundamentada através da recolha e tratamento de dados reais de produção, a fim de ser possível a análise do estado atual de cada processo produtivo e a identificação de potenciais problemas ou desperdícios, construiu-se um VSM. Assim, serão apresentadas de forma sequencial todos os cálculos realizados para a construção do diagrama do estado atual (*Current State*).

O VSM encontra-se representado no Anexo I e J. Para iniciar a sua construção foi necessário fazer um levantamento de todos os fluxos de informação e de materiais relevantes.

- **Takt Time**

O *Takt Time* do sistema corresponde ao ritmo de produção necessário para conseguir responder à procura do mercado. Esta unidade indica a cadência de produção de uma peça traduzida em segundos, sendo dada pela equação seguinte:

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tempo Disponível}}{\text{Valor Orçamentado}} \text{ (s/ML)} \quad (6)$$

O departamento de logística orçamentou que, para o ano de 2021, o valor diário para as rolhas aglomeradas na unidade de Aglomerados e na EQD é, respetivamente, de 2 800 ML rolhas/dia e 2 300 ML rolhas/dia. O valor em segundos para o qual será necessário produzir um milhar de rolhas é:

$$Takt\ Time = \frac{24\text{h/dia} \times 60\ \text{min/h} \times 60\ \text{s/} \overset{\text{min}}{\text{min}}}{2\ 800\ \text{ML/dia}} = 30,86\ \text{s/ML} \quad (7)$$

$$Takt\ Time = \frac{24\text{h/dia} \times 60\ \text{min/h} \times 60\ \text{s/} \overset{\text{min}}{\text{min}}}{2\ 300\ \text{ML/dia}} = 37,57\ \text{s/ML} \quad (8)$$

- **Tempo de Ciclo Teórico**

O segundo passo foi o cálculo do tempo de ciclo teórico, os segundos necessários para se processarem mil rolhas numa situação de funcionamento, ideal sem paragens nem contratempos. Utilizou-se a equação 9 para o cálculo dos tempos de ciclo teórico. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 5-22.

$$\text{Tempo de Ciclo Teórico} = \frac{1000\text{rolhas} \times 3600\text{s/h}}{\text{Capacidade Teórica}} \text{ (s/mil rolhas)} \quad (9)$$

Tabela 5-22 Tempos de ciclo teóricos (seg/ML)

Processo	Capacidade Teórica (ML/h)	Tempo de Ciclo Teórico (s/ML)
Moldação + Extrusão	141 652	25,41
Ret AGLO + Top TT	176 236	20,43
Lavação	159 298	22,60
Escolha Eletrónica	186 011	19,35
Marcação	274 118	13,13
Tratamento	333 546	10,79
Embalagem	238 689	15,08

- **Tempo de Ciclo Atual**

O tempo de ciclo real dificilmente irá corresponder ao tempo de ciclo teórico, isto acontece devido a diversos fatores, sendo os mais frequentes:

- A falta de alimentação das máquinas, visto que a alimentação é feita manualmente ou com o auxílio de um empilhador.
- Paragens planeadas para limpeza das máquinas, mudanças ou alterações logísticas;
- Avarias ou encravamentos nas máquinas, que exigem a intervenção de um operador, aumentando o tempo de ciclo;

- Falhas humanas, como falhas no abastecimento das máquinas ou erros dos operadores.

O cálculo do tempo de ciclo real foi realizado através de um levantamento dos registos de produção existentes para os meses de janeiro, fevereiro e março de 2021.

A EQD e a UI AGLO trabalhem 24 horas por dia, cinco dias por semana, no entanto os vários processos têm diferentes tempos de operação produtiva. Alguns processos dependem totalmente da presença do operador (como a embalagem, o tratamento ou a lavação), enquanto que outros funcionam na ausência de operadores (como a retificação, marcação ou a extrusão), ou processos que exigem mais limpeza, manutenção e tempo de arranque (como a extrusão ou a retificação). Na Tabela 5-23 estão representados os tempos de operação diário de cada processo e o número de horas efetivamente trabalhadas durante o período de 1 de janeiro a 31 de março.

Tabela 5-23 Horas de trabalho efetivo durante 1 de janeiro e 31 de março

Processo	Tempo de Operação Diário	Dias efetivamente trabalhados	Horas de trabalho efetivo
	(h/dia)	(dia)	(h)
Moldação + Extrusão	20,8	63*	1220,17
Ret AGLO + Top TT	21,9	63	1379,70
Lavação	22	63	1386,00
Escolha Eletrónica	22,5	63	1417,50
Marcação	17,4	63	1096,20
Tratamento	19,8	63	1247,40
Embalagem	16,4	63	1033,20

*Apesar de terem sido trabalhados 63 dias estas secções têm períodos planeados para arranque e limpeza (Anexo K); as linhas da extrusão produzem também corpos para outras unidades do grupo; e devido a falta de granulado ou de encomendas as linhas estiveram também paradas. Fez-se um estudo das horas efetivamente trabalhadas por estas secções e concluiu-se que seriam 1220,17h durante o período em estudo.

Recolheram-se as quantidades processadas em cada setor nos meses de janeiro, fevereiro e março, retirando-se os produtos realizados através de rebaixe, com o objetivo de calcular a produção horária real (equação 10), bem como o tempo de ciclo atual (equação 11). (Tabela 5-24)

$$Produção\ Horária = \frac{Quantidade\ Total\ Processada}{Horas\ de\ Trabalho\ Efetivo} (ML/h) \quad (10)$$

$$Tempo\ de\ Ciclo\ Atual = \frac{3600}{Produção\ Horária} (s/ML) \quad (11)$$

Tabela 5-24 Tempos de Ciclo Atuais

Processo	Quantidade	Horas de trabalho	Produção	Tempo de Ciclo
	Processada (ML)	efetivo (h)	Horária (ML/h)	Atual (s/ML)
Moldação + Extrusão	136 606 957	1220,17	111 958	32,16
Ret AGLO + Top TT	149 407 827	1379,70	108 290	33,24
Lavação	158 536 469	1386,00	114 384	31,47
Escolha Eletrónica	169 829 176	1417,50	119 809	30,05
Marcação	116 875 921	1096,20	106 619	33,77
Tratamento	125 032 611	1247,40	100 235	35,92
Embalagem	126 310 230	1033,20	122 251	29,45

Sempre que o tempo de ciclo for superior ao *Takt Time* é possível afirmar que estamos perante um processo restritivo. Através da análise da tabela 5-24 é possível afirmar que, na EQD, nenhum dos processos apresenta uma restrição. No entanto, na Unidade de Aglomerados, todas as secções, à exceção da Escolha Eletrónica, apresentam um tempo de ciclo maior que o *Takt Time*, não apresentando capacidade para produzir de forma a que seja possível satisfazer as necessidades dos clientes, considera-se a Ret AGLO + Top TT o processo mais restritivo por ser a etapa que apresenta maior Tempo de Ciclo.

- **Eficiência dos processos**

A eficiência ajuda a compreender como está o funcionamento dos diversos processos, sendo por isso uma ótima métrica de produção, pelo que se calculou a Eficiência de desempenho de cada etapa (equação 12) recorrendo à taxa de e à taxa operação líquida (equação 13) de velocidade de operação (equação 14) de cada processo. As eficiências, bem como os inputs para o seu cálculo, encontram-se representadas na Tabela 5-25.

$$Eficiência = Taxa de velocidade de operação \times Taxa de operação líquida \quad (12)$$

Onde,

$$Taxa de operação líquida = \frac{Tempo disponível}{Tempo de operação} \quad (13)$$

E

$$Taxa de velocidade de operação = \frac{Tempo de Ciclo Teórico}{Tempo de Ciclo Atual} \quad (14)$$

Tabela 5-25 Eficiências de cada processo

Processo	Taxa de Operação	Taxa de Velocidade	Eficiência
	Líquida	de Operação	
Moldação + Extrusão	1,15	0,79	91,2%
Ret AGLO + Top TT	1,10	0,65	70,8%
Lavação	1,09	0,75	82,2%
Escolha Eletrónica	1,07	0,59	63,3%
Marcação	1,38	0,39	53,6%
Tratamento	1,21	0,30	36,4%
Embalagem	1,46	0,51	75,0%

- **Lead Time**

Por fim, procedeu-se ao cálculo do *Lead Time*, que é o tempo decorrido desde a chegada de um pedido de um cliente, até que este pedido seja satisfeito. É importante referir que o sistema não segue uma política de *First In First Out* (FIFO). Isto acontece, não só porque existem produtos que têm tempos de estabilização diferentes, mas, também, porque tendo em conta a urgência de cada encomenda, determinados produtos são considerados como prioritários a serem processados, em detrimento de outros.

Assim foi realizado um acompanhamento de diferentes lotes, controlando-se a sua deslocação através do registo dos horários de abastecimento e de produção em cada etapa, o objetivo foi identificar o *Lead Time* médio existente entre processos. Devido às

dificuldades em obter dados em alguns setores, procedeu-se à análise dos dados do *Manufacturing Execution System* (MES), um sistema integrado de controlo de produção, que permite ter acesso a todos os dados de produção em tempo real. Assim foi possível calcular o tempo que os corpos das moldadoras demoram a chegar à retificação e ao Topejamento e, por outro lado, perceber quanto tempo as rolhas da escolha eletrónica demoravam a chegar à marcação da EQD. Na Tabela 5-26 é possível visualizar os resultados:

Tabela 5-26 Lead Times entre processos

AGLO			Lead Time médio (h)	
Rosa	>	Extrusão / Moldação	24,00	
Extrusão	>	Ret AGLO + Top TT	16,06	
Ret AGLO + Top TT	>	Lavação	4,43	
Lavação	>	Escolha Eletrónica	1,68	
EQD			(advantec)	
Aglomerada	>	EQD	9,88	
Marcação	>	Tratamento	0,55	24,79
Tratamento	>	Embalagem	3,60	1,06

5.1.1.4. Conclusão da secção 5.1.1

Nesta secção identificou-se a restrição do sistema em estudo, cumprindo-se assim o primeiro passo do modelo TLS proposto. Sabe-se que a procura de mercado é bastante superior à capacidade de resposta da Equipar, o que torna bastante difícil responder a todos os pedidos no tempo pretendido pelo cliente. Pode-se, portanto, afirmar que a restrição do sistema é interna.

Em primeiro lugar estudaram-se as capacidades da EQD verificando-se que a etapa restritiva seria a embalagem, no entanto através das produções médias diárias percebeu-se que a restrição não era esta etapa, mas sim que seria outro fator ainda desconhecido. Para confirmar esta situação efetuou-se o VSM e comprovou-se que as etapas não eram a restrição do sistema porque os tempos de ciclo eram inferiores ao *Takt Time*. Realizou-se o diagrama de interferências onde foi possível identificar qual a principal restrição do sistema, a falta de rolhas.

Decidiu-se então estudar a UI AGLO, uma vez que é a principal fornecedora da EQD. Assim através do estudo das capacidades identificou-se a Extrusão + Moldação como etapas restritivas. Em seguida através do VSM identificou-se que todas as etapas à exceção da Escolha Eletrónica eram restrições, devido aos seus tempos de ciclo serem superiores ao *Takt Time*, sendo a Ret AGLO + Top TT a mais restritiva.

Ao reunir com a responsável de produção de forma a discutir e comprovar os resultados, decidiu-se que efetivamente seria a Ret AGLO + Top TT a restrição do sistema. Assim, na próxima etapa pretende-se explorar a restrição do sistema.

5.1.2. Explorar Restrição

Nesta secção a restrição do sistema irá ser explorada, com o objetivo de tirar o maior proveito possível desta. Esta etapa define as regras de gestão apenas para a restrição. Para tal realizaram-se estudos em separado para a Retificação AGLO e para o Topejamento TT.

No caso da Retificação, iniciou-se, numa primeira fase, por estudar os fatores externos, nomeadamente o abastecimento, que possam limitar a etapa, os resultados obtidos apresentam-se na secção 5.1.2.1. Posteriormente são estudadas diferentes soluções que terão com objetivo aumentar a eficiência da etapa de Retificação. É relevante realçar que para a realização deste estudo foi importante a análise da situação atual da Retificação, já realizada na secção 5.1.1.

Relativamente ao Topejamento TT, tentou-se também aumentar a eficiência da etapa.

É importante referir que a Ret AGLO tem uma margem de progresso muito superior ao do Top TT.

5.1.2.1. Fatores Externos - Processo de abastecimento da Retificação

O processo de abastecimento da Retificação, apesar de bastante simples, deve ser bem explicado e estudado uma vez que se trata de um processo automático e passível de ser restritivo para a secção.

Mecanismo: Existem 6 silos de abastecimento automático, que devem ser abastecidos pelas etapas anteriores. Estes silos abastecem as 14 ponçadeiras, existindo entre eles apenas um tapete. Logo, apenas se consegue alimentar uma ponçadeira de cada vez, isto é, cada vez que o tapete entra em funcionamento só pode estar um dos silos a fornecer (figura 5-5) e uma das ponçadeiras a receber as respetivas rolhas.



figura 5-5 Tapete de alimentação

Mecanismo que inicia o abastecimento: No silo de cada ponçadeira é possível visualizar dois sensores que medem o nível de rolhas no mesmo, para facilitar o estudo passam-se a designar por sensor "baixo" e sensor "alto" (figura 5-6).

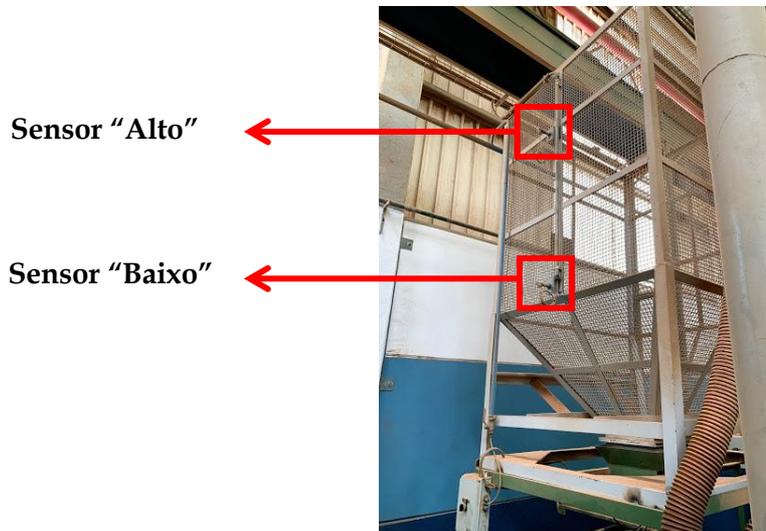


figura 5-6 Silo das ponçadeiras

Os sensores são responsáveis por iniciar a alimentação das linhas de produção, este processo inicia-se quando um destes é ativado, ou seja, quando o nível de rolhas é menor do que a altura em que o sensor está colocado. Os sensores "baixo" têm sempre prioridade em relação aos sensores "alto", isto é, sempre que o sensor "alto" de um silo e o sensor "baixo" de outro silo estão ativos, tem sempre prioridade aquele em que o sensor "baixo" está ativo.

Tempo de abastecimento: o tempo, por sua vez é condicionado por dois fatores, um tempo pré-programado (250 segundos para o sensor alto e 150 segundos para o sensor baixo) ou quando o nível de rolhas no silo da ponçadeira atinge o sensor que ativou a alimentação. Sempre que se atinge um destes objetivos a alimentação pára. De forma a garantir que no tapete não existem rolhas do calibre anterior e assim evitar misturas, entre duas alimentações sucessivas, independentemente do sensor que a ativou, existe sempre um tempo de limpeza de 25 segundos.

Após a explicação do funcionamento do abastecimento da Retificação AGLO, realizou-se um estudo para perceber se seria capaz de garantir a capacidade máxima desta etapa ou uma restrição.

Num primeiro estudo e com o objetivo de calcular o valor médio de rolhas abastecidas por segundo durante a alimentação. Apesar dos intervalos de tempo serem constantes, existem diferentes calibres, logo era expectável que para intervalos de tempo iguais, as quantidades fornecidas fossem diferentes. Por isso, como forma de simplificação e por ser a divisão efetuada em fábrica, decidiu-se dividir as rolhas em Champanhe (CH) e Vinho (V), sendo as primeiras todas as rolhas que apresentem um diâmetro D superior a 24,5 cm. Como tal realizaram-se 5 medições para cada tipo de rolha. Na Tabela 5-27 estão representados os resultados obtidos.

Tabela 5-27 Resultados das experiências do abastecimento da Retificação AGLO (Tempo abastecimento = 150 s)

Tempo abastecimento = 150 s

CH

Experiência n ^a	1	2	3	4	5		
Calibre (mm)	45x29,5	45x29,5	45x29,5	45x29,5	45x29,5		
Linha de produção	2	1	1	1	1		
Quantidade (rolhas)	5 410	4 777	4 693	5 334	5 547	Média	Desvio P.
Resultados (rolhas/s)	36	32	31	36	37	34	2

Vinho

Experiência n ^a	1	2	3	4	5		
Calibre (mm)	38x24	38x24	38x24	38x24	38x24		
Linha de produção	12	12	12	12	12		
Quantidade (rolhas)	15 323	15 017	14 956	15 213	14 997	Média	Desvio P.
Resultados (rolhas/s)	102	100	100	101	100	101	1

Após se terem realizado as várias medições, para 150 segundos de alimentação, para os dois tipos de rolhas distintos, foram registados os totais de rolhas fornecidas. Dividiu-se a quantidade de rolhas pelo tempo de abastecimento, concluindo-se assim, que são abastecidas 34 rolhas CH por segundo e 101 rolhas V por segundo.

Num segundo estudo simulou-se em computador o abastecimento completo das catorze linhas, na Tabela 5-28 é possível verificar a primeira iteração.

Tabela 5-28 1^a iteração da simulação do abastecimento das 14 linhas da Retificação

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T. Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	175	5 100	2,08	2448	-2
2	CH	175	5 100	2,27	2243	-207
3	CH	175	5 100	1,88	2706	256
4	Vinho	175	15 150	2,04	7431	4 981
5	Vinho	175	15 150	2,29	6614	4 164
6	CH	175	5 100	2,10	2423	-27
7	CH	175	5 100	2,00	2545	95
8	CH	175	5 100	2,83	1802	-648
9	CH	175	5 100	2,09	2435	-15
10	CH	175	5 100	2,10	2434	-16
11	CH	175	5 100	2,31	2209	-241
12	Vinho	175	15 150	2,93	5177	2 727
13	Vinho	175	15 150	2,59	5855	3 405
14	Vinho	175	15 150	2,58	5871	3 421
Total		2 450	121 650			

Nesta simulação cada uma das linhas é alimentada durante 150 segundos mais 25 segundos para limpeza, ou seja, 175 segundos por linha. Isto acontece porque no início da semana todos os silos estão vazios pelo que é o sensor inferior que ativa o mecanismo. A alimentação de todas as linhas de produção, nestes moldes, demora 2.450 segundos. Para o cálculo da coluna Quantidade realizou-se o produto entre os resultados obtidos no primeiro estudo e os 150 segundos de cada alimentação, tendo em consideração o tipo de rolha produzido em cada linha. Em seguida calculou-se o tempo de produção através do quociente entre a quantidade de rolhas na ponçadeira (coluna Quantidade) e a capacidade produtiva de cada ponçadeira (coluna Capacidade). Por fim, para o cálculo da Diferença, foi realizada a diferença entre o tempo de produção e o tempo que leva a alimentação completa a ser realizada. Se o valor da diferença for negativo significa que esta ficou sem rolhas e encontra-se parada durante esse tempo enquanto o mecanismo de abastecimento acaba o seu trabalho. Caso seja positivo significa que a máquina ainda tem rolhas e continuará a produzir durante esse tempo. Deste modo durante o primeiro abastecimento da semana são fornecidas cerca de 121.650 rolhas. Sabe-se ainda que um dia de trabalho na retificação neste momento são cerca de 21,5h, isto é 77.400 s.

É importante referir que sempre que um ou mais linhas apresentam valores negativos na coluna Diferença significa que ocorreu falta de rolha, o que originou perda de produção, logo deverá ser efetuado um abastecimento prioritário de 150s a essas linhas. Caso não existam valores negativos procede-se ao abastecimento de 250s ativado pelo sensor superior. No Anexo L são apresentadas as restantes iterações (Itr.) efetuadas e na Tabela 5-29 estão agrupados os resultados mais importantes da experiência.

Após a análise da Tabela 5-29, é possível concluir que o abastecimento da secção não é restrição, uma vez que após 2:12:55 de funcionamento, os abastecimentos passam a ser sempre ativados pelo sensor alto, o que mostra que a capacidade do abastecimento é bastante superior à capacidade da secção. Decidiu-se por isso que neste momento não era necessário atuar no abastecimento, mas sim na secção em si.

Tabela 5-29 Iterações da Simulação do abastecimento da Retificação

itr.		Tempo (s)	Rolhas abastecidas	T. Acum. (s)	Rolhas abastecidas Acum.
1	Abastc. Prioritário 1	2 450	121 650	2 450	121 650
2	Abastc. Prioritário L1,2,6,8,9,10,11	1 225	35 700	3 675	157 350
3	Abastc. Prioritário L3,7	350	10 200	4 025	167 550
4	Abastc. L8	275	8 500	4 300	176 050
5	Abastc. L11	275	8 500	4 575	184 550
6	Abastc. L2	275	8 500	4 850	193 050
7	Abastc. L6	275	8 500	5 125	201 550
8	Abastc. Prioritário L1,9,10	525	15 300	5 650	216 850
9	Abastc. Prioritário L12	175	15 150	5 825	232 000
10	Abastc. L13	275	25 250	6 100	257 250
11	Abastc. Prioritário L14	175	15 150	6 275	272 400
12	Abastc. Prioritário L7	175	5 100	6 450	277 500
13	Abastc. Prioritário L3	175	5 100	6 625	282 600
14	Abastc. Prioritário L5	175	15 150	6 800	297 750
15	Abastc. L12	275	8 500	7 075	306 250
16	Abastc. L4	275	25 250	7 350	331 500
17	Abastc. L10	275	8 500	7 625	340 000
18	Abastc. prioritário L1,9	350	10 200	7 975	350 200
19	Abastc. L11	275	8 500	8 250	358 700
20	Abastc. L2	275	8 500	8 525	367 200
21	Abastc. L7	275	8 500	8 800	375 700
22	Abastc. L6	275	8 500	9 075	384 200
23	Abastc. L3	275	8 500	9 350	392 700
24	Abastc. L9	275	8 500	9 625	401 200
25	Abastc. L1	275	8 500	9 900	409 700
26	Abastc. L8	275	8 500	10 175	418 200
27	Abastc. L12	275	25 250	10 450	443 450
28	Abastc. L11	275	8 500	10 725	451 950
29	Abastc. L14	275	25 250	11 000	477 200
30	Abastc. L11	275	8 500	11 275	485 700
31	Abastc. L2	275	8 500	11 550	494 200
32	Abastc. L6	275	8 500	11 825	502 700
33	Abastc. L7	275	8 500	12 100	511 200
34	Abastc. L5	275	25 250	12 375	536 450
35	Abastc. L8	275	8 500	12 650	544 950
36	Abastc. L3	275	8 500	12 925	553 450
37	Abastc. L1	275	8 500	13 200	561 950
38	Abastc. L9	275	8 500	13 475	570 450

02:12:55

5.1.2.2. Retificação AGLO

Numa primeira fase, analisaram-se as produções diárias de cada linha desde o início do ano, calcularam-se as médias mensais e totais (Anexo M) concluindo-se que as produções estão a ser bastante abaixo dos valores nominais. (Tabela 5-30)

Tabela 5-30 Percentagens de perdas produtivas das linhas da retificação (janeiro + fevereiro)

	famílias											
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L8	L9	L11	L12	L13	L14
% perdas	37%	47%	41%	51%	38%	34%		37%		16%	30%	27%

Após visualizar estes valores tentou perceber-se como seria possível melhorar o rendimento das linhas. Decidiu-se que se deveria analisar o processo de troca de calibre, o processo de troca de tipo de rolha e recolher uma lista de manutenções passíveis de ser realizadas pela manutenção.

5.1.2.2.1. Troca de calibre de rolha

Devido à vasta gama de produtos produzidos na secção é necessário alterar as configurações das máquinas consoante as necessidades da procura. Este processo tem um impacto bastante grande nas produções finais de cada linha, isto é, quanto mais trocas de calibre existirem, menor será a quantidade produzida pela linha.

Aquando da análise das capacidades teóricas, secção 5.1.1.2.2.4., foi possível identificar que a restrição de cada linha neste momento é a topejadeira, logo o tempo de produção perdido corresponde ao tempo que a topejadeira se encontra parada. Assim, foi pedido aos colaboradores que registassem os tempos de paragem das topejadeiras, durante uma semana, Anexo N. Foi possível identificar dois tipos de paragens, aquelas em que os comprimentos do calibre anterior e do novo eram iguais, e quando estes eram diferentes. Quando os comprimentos são diferentes, o afinador deve seguir a norma existente de forma a garantir que não ocorrem misturas e que se cumprem as especificações. Por outro lado, quando os comprimentos são iguais, a troca acaba por ser mais rápida, porque, apesar de continuar a ser necessário garantir que não ocorrem misturas e que se cumprem as especificações, não é necessário ajustar as guias, a estrela e as serras.

Tabela 5-31 Tempo médio de cada tipo de troca

Tipo de Troca	Nº Trocas	Tempo
Comprimentos Diferentes	9	26,7 min
Comprimentos Iguais	10	4,6 min

Através do método de observação, foi possível perceber que os tempos de paragem acabam por ser muito superiores aos calculados. Em seguida são apresentados dois exemplos de trocas de calibre observadas.

Exemplo 1:

Calibre anterior: 47x29,5→Calibre seguinte: 47x28,6

Comprimento Igual

Tabela 5-32 Tempos de paragem da topejadeira

	top. pára	top. Recomeça	T. parada
L9	11:01	12:10	01:09
L10	11:23	11:49	00:26
L11	11:00	11:49	00:49

02:24

Tabela 5-33 Cálculo do tempo perdido

Tempo de troca teórico	5	min/troca
Nº topejadeiras	3	
Tempo de trocas	15	Min
Tempo útil	10	%
Tempo perdido	90	%
Cadência máq CH	6 843	rolhas/h
Rolhas perdidas	14 712	rolhas

Esta demora na troca deveu-se a falta de palotes o que fez com que os silos das chanfradeiras acumulassem rolhas do calibre anterior não sendo assim possível pôr as topejadeiras a trabalhar rapidamente.

Exemplo 2:

Calibre anterior: 40x27 RBX→Calibre seguinte: 46x29

Comprimento Diferente

Tabela 5-34 Tempos de paragem da topejadeira

	top. pára	top. Recomeça	T. parada
L9	08:11	09:55	01:44
L10	10:21	10:58	00:37
L11	08:49	10:50	02:01

04:22

Tabela 5-35 Cálculo do tempo perdido

Tempo de troca teórico	27	min/troca
Nº topejadeiras	3	
Tempo de trocas	81	Min
Tempo útil	31	%
Tempo perdido	69	%
Cadência máq CH	6 843	rolhas/h
Rolhas perdidas	20 643	rolhas

Esta demora na troca deveu-se à ocorrência de uma mistura noutra linha da secção o que obrigou os três colaboradores em focarem-se na resolução desse problema e o afinador focou-se noutras tarefas em vez de dar prioridade à troca de calibre, não sendo possível pôr as topejadeiras a trabalhar rapidamente.

Exemplo 3:

Calibre anterior: 38x24.5→Calibre seguinte: 38x23 Comprimento Igual

Tabela 5-36 Tempos de paragem da topejadeira

	top. pára	top. Recomeça	T. parada
L4	10:09	11:16	01:07

Tabela 5-37 Cálculo do tempo perdido

Tempo de troca teórico	5	min/troca
Nº topejadeiras	1	
Tempo de trocas	5	Min
Tempo útil	7	%
Tempo perdido	93	%
Cadência máq CH	7 938	rolhas/h
Rolhas perdidas	8 203	rolhas

Esta demora na troca deveu-se à ocorrência de trocas de calibre noutras linhas da secção ao mesmo tempo.

Através dos exemplos identificou-se que no melhor dos casos a troca de calibre quando os comprimentos são iguais demora cerca de 26min e quando são diferentes 37min. De forma a calcular uma estimativa do tempo não produtivo que será ganho, utilizaram-se os dados da Tabela 5-38.

Tabela 5-38 Cálculo do nº mínimo de horas não produtivas que se irão ser transformadas em horas de produção após a implementação das melhorias

Tipo de Troca	Nº Trocas /semana	Tempo troca (min)	Tempo mínimo de troca (min)	Tempo desperdiçado /dia (min)
Comprimentos Diferentes	9	26,7	37	18,6
Comprimentos Iguais	10	4,6	26	42,8
			Total	61,4

Aprox. 1h/dia

Após a análise e observação destes exemplos e o cálculo da estimativa do tempo mínimo passível de ser recuperado, decidiu-se ver o estado atual da norma existente, verificou-se que esta poderia ser alvo de pequenas melhorias, mas acima de tudo que os colaboradores necessitavam de revê-las. Acrescentou-se, na norma, o nível de prioridade de cada tarefa, consoante os seus impactos na produção, atribuíram-se responsáveis de maneira a libertar o afinador para outras funções, acelerando este processo e possibilitando o aumento da produção. É possível visualizar a norma devidamente atualizada no Anexo O. Por fim, foi planeada e realizada uma formação onde se explicou aos colaboradores as alterações efetuadas, por exemplo o porquê dos níveis de prioridade, como reagir em algumas situações que podem ocorrer, como gerir a topejadeira da linha intermédia das famílias de forma a não atrasar a produção e responderam-se a questões dos colaboradores.

Espera-se uma redução do tempo perdido devido em trocas de calibre de cerca de 1h por dia.

5.1.2.2.2. Troca de tipo de rolha

Outro tipo de troca de calibre identificado é quando se troca uma linha que está a fazer rolhas de vinho para rolhas de champanhe e vice-versa.

Após conversa com os colaboradores dos vários turnos e com os chefes de turno identificou-se que as linhas onde pode ocorrer esta troca são a linha 3, 5, 9, 10 e 11. Assim, decidiu-se analisar para o ano de 2020 e 2021 as produções diárias destas linhas a fim de identificar o nº de trocas deste tipo realizadas, chegando-se à conclusão que em 2020 ocorreram 7 trocas e em 2021, até ao mês de maio, já ocorreram 14, o dobro do ano anterior.

Tabela 5-39 N° de trocas de tipo por linha e ano

	L3	L5	L9	L10	L11	Total
2020	5	2	0	0	0	7 trocas
2021 (até maio)	7	1	2	2	2	14 trocas

Por se tratar de um tipo de troca que ocorre poucas vezes por ano, não foi possível observar a sua realização nem retirar tempos de execução, decidiu-se por isso utilizar os dados de um trabalho realizado anteriormente na UI AGLO da Equipar. (Tabela 5-40) Verifica-se pelos dados que o tempo perdido é na ordem das 5h e cerca de 1h30min de tempo útil, no entanto, através das conversas referidas anteriormente, foi possível perceber que por vezes ainda demorava mais tempo, pelo que se decidiu atuar.

Tabela 5-40 Tempos da troca de tipo de rolha numa linha

(h)	Tempo útil	Tempo troca	Tempo perdido
Ponçadeira	0,53	3,20	2,67
Topejadeira	0,50	1,33	0,83
Chanfradeira	0,50	2,00	1,50
Total	1,53	6,53	5,00

Os principais problemas nesta troca são a necessidade de trocar todas as peças responsáveis pela alimentação das máquinas, as caixas onde se encontram supostamente as peças estão desarrumadas, sujas e são pouco utilizadas, causando com que as peças se encontrem espalhadas e desarrumadas, ocorrendo a falta de peças por vezes ou demora em encontrá-las.

Estado atual:

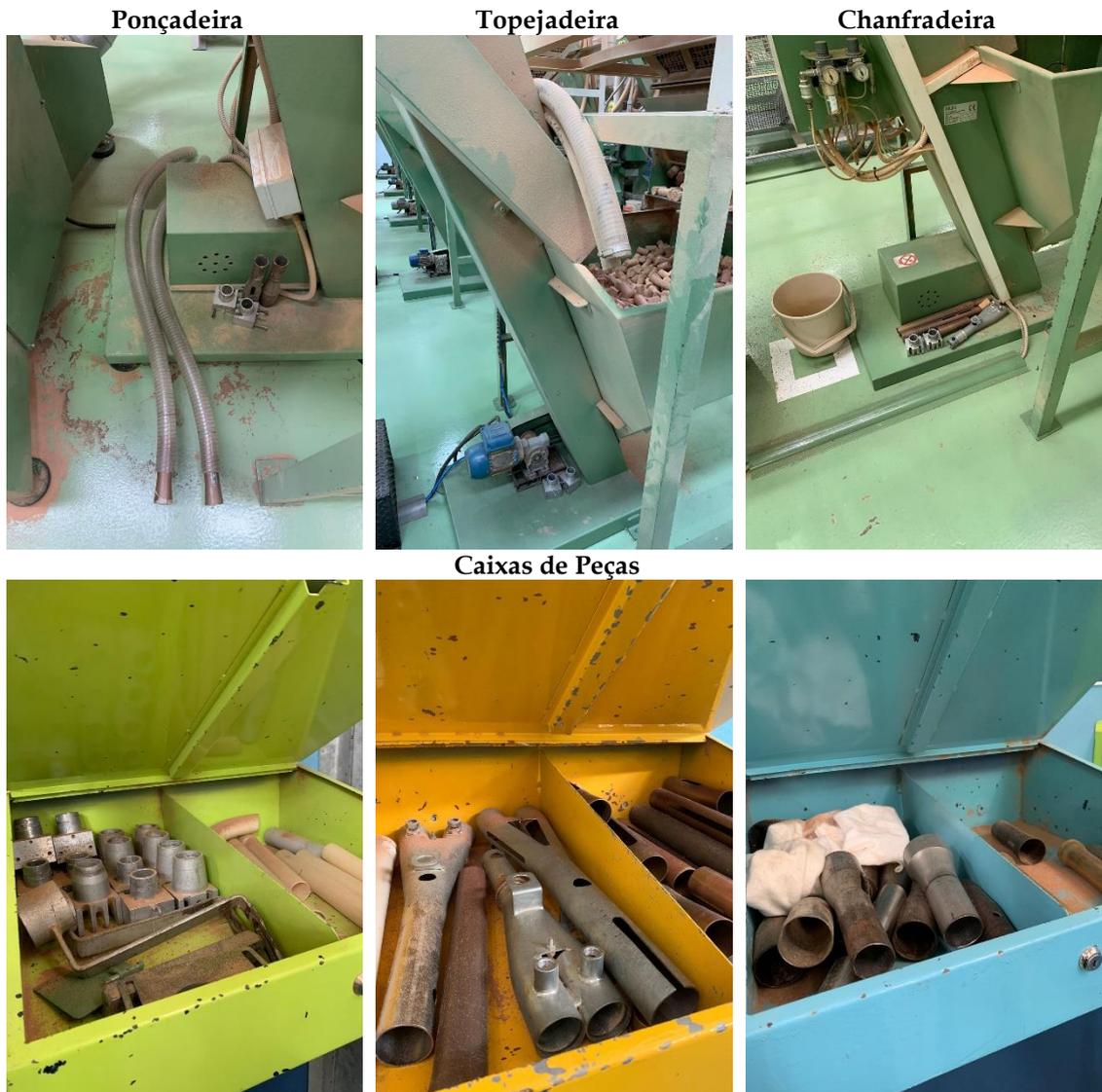


figura 5-7 Estado atual da organização e arrumação de peças

De forma a diminuir o tempo perdido quando se realizam estas trocas, aplicaram-se os 5S e a ferramenta SMED. Com isto pretendeu-se arrumar as ferramentas de trabalho bem como evitar perder tempo com tarefas externas.

O 1º passo foi escolher as peças úteis e organizá-las, limpar as caixas e o armazém de peças. Implementou-se a norma OK/NOK de forma a manter esta organização no futuro.

Caixas de Peças



figura 5-8 Caixas de peças extra devidamente arrumadas e organizadas

Por fim, para as linhas posteriormente identificadas, selecionaram-se as peças relevantes e organizaram-se as mesmas dentro de caixas de norma europeia que irão ser colocadas junto à ponçadeira de cada linha. De forma a garantir que se conseguem manter as caixas limpas e arrumada criou-se uma norma OK/NOK.

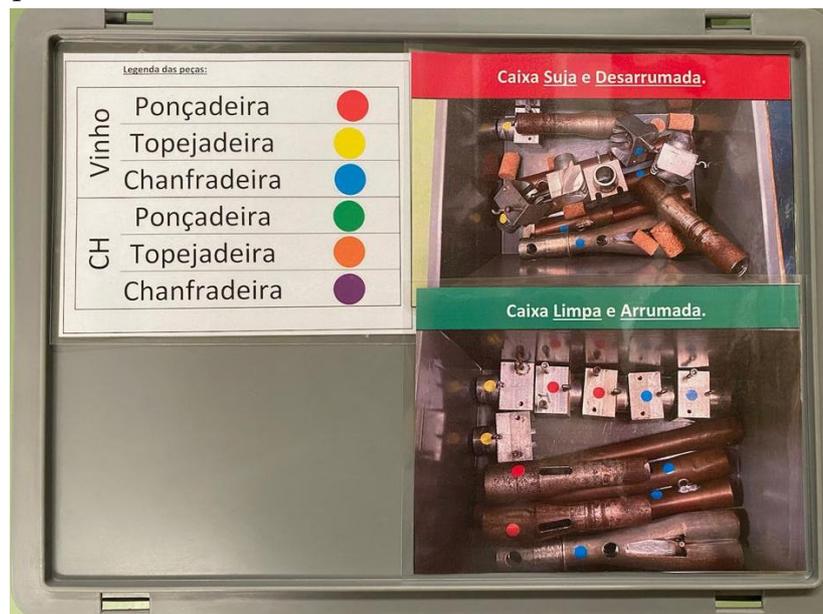


figura 5-9 Tapa das caixas - inclui Norma OK/NOK



figura 5-10 Exemplos de caixas limpas e arrumadas

Com estas mudanças nas organizações espera-se conseguir reduzir bastante o tempo necessário para realizar uma troca deste tipo. Durante o tempo do estudo não foi possível observar uma troca de tipo já com a utilização das novas medidas pelo que não foi possível quantificar os ganhos. Num próximo estudo será interessante medir o impacto desta melhoria.

5.1.2.2.3. Lista de manutenções

Ao observar-se a situação atual da secção foi perceptível ver que se encontrava um pouco ao abandono. Por isso com a ajuda dos colaboradores recolheu-se uma lista de manutenções passíveis de ser realizadas pela manutenção. (Anexo P)

Posteriormente organizaram-se as mesmas em 4 grupos consoante o impacto que a sua resolução teria (Anexo P).

5.1.2.3. Topejamento *Twin-Top*

Esta secção, como foi explicado anteriormente, encontra-se situada na UI TT, no entanto tem 6 das suas 12 linhas a trabalhar para a UI AGLO. Após análise das produções, conversas com os colaboradores e chefes de turno e observação da secção identificou-se que as linhas que apresentavam problemas eram apenas a 10, 11 e 12. Enquanto que, a produção média destas três linhas, era aproximadamente 95 ML rolhas por dia, as restantes apresentavam valores na ordem das 190 ML rolhas por dia.

Acompanhou-se, portanto, o funcionamento das mesmas durante alguns dias, identificando-se problemas de alimentação e de encravamento. Os principais problemas eram falta de rolhas no mini silo a seguir à ponçadeira (figura 5-11), encravamentos dos canais do tambor (figura 5-12) e encravamento de rolhas nos cantos dos canais de alimentação (figura 5-13, A), causando problemas de abastecimento e encravamentos no sensor da descida para a chanfradeira.

Após a identificação dos problemas e idealização de possíveis soluções, realizou-se uma reunião com o responsável da manutenção e a responsável da produção onde se definiu as ações necessárias para resolver os problemas identificados.

Para resolver o primeiro problema reposicionou-se o sensor do mini silo, acabando com os problemas de falta de rolhas. No segundo calibraram-se as guias do tambor terminando assim com os inúmeros problemas. A causa principal de perdas de

produção eram os cantos dos canais de abastecimento que foram todos modificados acabando com esse problema (figura 5-13, B), após esta alteração, os encravesamentos da descida para a chanfradeira reduziram de forma significativa, pelo que não foi necessário atuar diretamente nestes.



figura 5-11 Falta de alimentação do mini silo a seguir à ponçadeira



figura 5-12 Encravesamentos dos canais to tambor



figura 5-13 Encravesamento de rolhas nos cantos dos canais de alimentação (A-Antes; B-Depois)

Estas melhorias apenas foram realizadas no fim do mês de junho por uma empresa subcontratada, permitiram de imediato aumentar a produção média diária para aproximadamente 160 ML rolhas por dia em cada linha, um aumento de cerca 70%. (Anexo Q)

5.1.2.4. Conclusão da Secção 5.1.2

Esta secção focou-se no segundo passo do modelo TLS que tem como objetivo melhorar a restrição identificada anteriormente. Neste estudo a restrição é a Ret AGLO

+ Top TT. Estudou-se o impacto do abastecimento na retificação verificando-se que este não é problema nem restrição da secção. Na segunda fase, estudou-se o funcionamento das linhas como um sistema, onde se identificaram as topejadeiras como sendo a restrição do mesmo. Para terminar, na terceira fase, procurou-se aumentar a eficiência desta etapa. Isso foi possível através da otimização das mudanças de calibre. Considera-se que o desenvolvimento destas áreas permitirá o melhoramento da Retificação. Por outro lado, no Topejamento TT atuou-se sobre as linhas 10, 11 e 12, solucionando os problemas existentes nestas.

5.1.3. Reavaliar Restrição

Como foi explicado aquando da apresentação do modelo TLS, em caso de necessidade, o modelo poderia sofrer alterações. Neste caso, no mês de março foi introduzida uma nova moldadora no sistema, o que fez com que os fluxos de fábrica fossem alterados. Deu-se por isso como terminado o primeiro ciclo TLS e iniciou-se a segunda iteração.

5.2. Iteração 2

5.2.1. Analisar Sistema e identificar Restrição

5.2.1.1. Caracterização do estado atual: Value Stream Mapping (VSM)

A introdução de uma nova moldadora obrigou a que se verificasse novamente onde estaria localizada a restrição do sistema. Para isso, e com objetivo de fazer uma análise de todas as etapas que constituem a EQD e da Unidade de Aglomerados, fundamentada através da recolha e tratamento de dados reais de produção, a fim de ser possível a análise do estado atual de cada processo produtivo e a identificação de potenciais problemas ou desperdícios, construiu-se um novo VSM. Serão apresentados sequencialmente todos os cálculos efetuados para obter o *Current State II*.

O VSM encontra-se representado nos Anexos R e S. Para iniciar a sua construção foi necessário fazer um levantamento de todos os fluxos de informação e de materiais relevantes.

- **Takt Time**

O *Takt Time* do sistema alterou-se pois houve um aumento no valor orçamentado em ambas as fábricas. Segundo o departamento de logística o valor orçamentado diário para as rolas aglomeradas na unidade de Aglomerados e na EQD

aumentou, respetivamente, para 3 200 ML rolhas/dia e 2 400 ML rolhas/dia. Assim, o valor em segundos para o qual se deve produzir um milhar de rolhas é:

$$\text{Takt Time} = \frac{24\text{h/dia} \times 60 \text{ min/h} \times 60 \text{ s/}}{3\,200 \text{ ML/dia}} = 27 \text{ s/ML} \quad (15)$$

$$\text{Takt Time} = \frac{24\text{h/dia} \times 60 \text{ min/h} \times 60 \text{ s/}}{2\,400 \text{ ML/dia}} = 36 \text{ s/ML} \quad (16)$$

- **Tempo de Ciclo Teórico**

Num segundo passo, o tempo de ciclo teórico foi calculado, os valores obtidos encontram-se na Tabela 5-41.

Tabela 5-41 Tempos de ciclo teóricos (seg/ML)

Processo	Capacidade Teórica (ML/h)	Tempo de Ciclo Teórico (s/ML)
Moldação + Extrusão	174 282	20,66
Ret AGLO + Top TT	174 641	20,61
Lavação	159 298	22,60
Escolha Eletrónica	186 011	19,35
Marcação	274 118	13,13
Tratamento	333 546	10,79
Embalagem	238 689	15,08

- **Tempo de Ciclo Atual**

Após o levantamento dos dados existentes no registo da produção dos meses de abril, maio e junho de 2021, foi possível calcular o tempo de ciclo real dos diversos processos.

Na Tabela 5-42 estão representados os tempos de operação diário de cada processo e o número de horas efetivamente trabalhadas durante o período de 1 de abril a 30 de junho.

Tabela 5-42 Horas de trabalho efetivo durante 1 de abril e 30 de junho

Processo	Tempo de Operação Diário (h/dia)	Dias efetivamente trabalhados (dia)	Horas de trabalho efetivo (h)
Moldação + Extrusão	20,8	56*	994,80
Ret AGLO + Top TT	22,1	56	1237,60
Lavação	22	56	1232,00
Escolha Eletrónica	22,5	56	1260,00
Marcação	17,4	56	974,40
Tratamento	19,8	56	1108,80
Embalagem	16,4	56	918,40

*Apesar de terem sido trabalhados 56 dias estas secções têm períodos planeados para arranque e limpeza; as linhas da extrusão produzem também corpos para outras unidades do grupo; e devido a falta de granulado ou de encomendas as linhas estiveram também paradas. Fez-se um estudo das horas efetivamente trabalhadas por estas secções e concluiu-se que seriam 994,80h durante o período em estudo.

Recolheram-se as quantidades processadas em cada setor nos meses de abril, maio e junho, retirando-se os produtos realizados através de rebaixe, com o objetivo de calcular a produção horária real, bem como o tempo de ciclo atual. (Tabela 5-43)

Tabela 5-43 Tempos de Ciclo Atuais

Processo	Quantidade Processada (ML)	Horas de trabalho efetivo (h)	Produção Horária (ML/h)	Tempo de Ciclo Atual (s/ML)
Moldação + Extrusão	149 919 111	994,80	150 703	23,89
Ret AGLO + Top TT	149 221 741	1237,60	120 573	29,86
Lavação	153 550 062	1232,00	124 635	28,88
Escolha Eletrónica	152 345 002	1260,00	120 909	29,77
Marcação	114 252 359	974,40	117 254	30,70
Tratamento	114 225 728	1108,80	103 017	34,95
Embalagem	112 983 082	918,40	123 022	29,26

Novamente foi possível concluir que, na EQD, nenhum dos processos apresenta uma restrição. No entanto, na Unidade de Aglomerados, apenas a Moldação + Extrusão não é um processo restritivo.

- **Eficiência de cada processo**

As eficiências, bem como os inputs para o seu cálculo, encontram-se representadas na Tabela 5-44.

Tabela 5-44 Eficiências de cada processo

Processo	Taxa de Operação	Taxa de Velocidade	Eficiência
	Líquida	de Operação	
Moldação + Extrusão	1,15	0,86	99,8%
Ret AGLO + Top TT	1,09	0,69	75,0%
Lavação	1,09	0,78	85,4%
Escolha Eletrónica	1,07	0,65	69,3%
Marcação	1,38	0,43	59,0%
Tratamento	1,21	0,31	37,4%
Embalagem	1,46	0,52	75,4%

- *Lead Time*

Considerou-se que apesar das alterações no sistema, poderiam ser considerados os *lead times* previamente estudados e calculados. (Tabela 5-26)

5.2.1.2. Realidade Industrial da Unidade de Aglomerados

De forma a confirmar os resultados com a realidade, decidiu-se realizar uma experiência. Uma vez que a unidade de aglomerados se encontrava a produzir no máximo da capacidade disponível, foi possível realizar um estudo extra, onde se observou a acumulação de inventário intermédio entre etapas. Este estudo teve como objetivo identificar qual seria o processo que acumula mais inventário a montante, pois será esta a que limita o processo de produção.

Este estudo foi compreendido num período de três semanas (semana 13, 14 e 15) e mediram-se os inventários de produtos em vias de fabrico (WIP – Work in Process), em milhares de rolhas, entre as diferentes etapas do processo. Em seguida são apresentados os resultados obtidos. (figura 5-14, 5-15, 5-16 e 5-17)

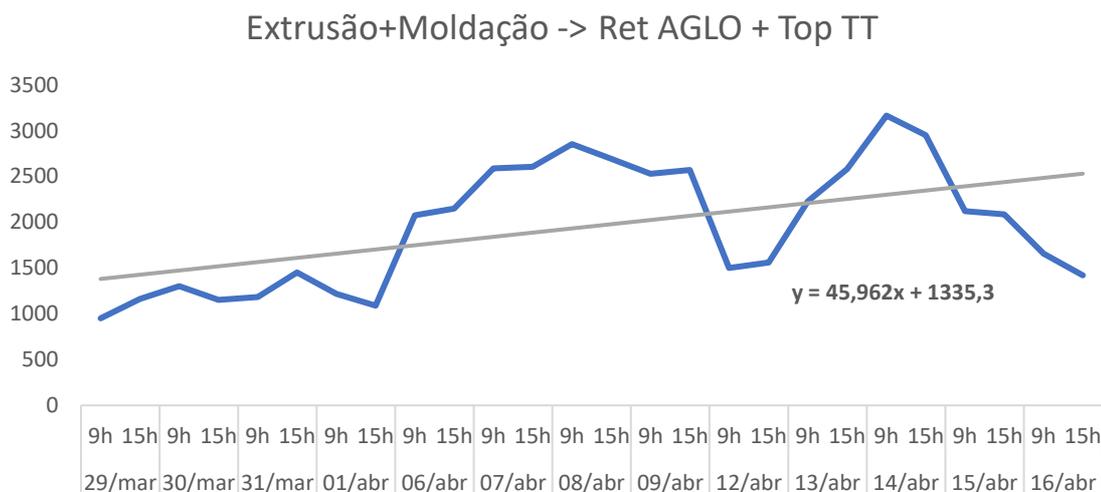


figura 5-14 WIP entre a Extrusão+Moldação e a Ret AGLO+Top TT

Através do gráfico, que corresponde ao nível de inventário intermédio entre a Extrusão+Moldação e a Ret AGLO + Top TT, é possível observar que o WIP é crescente, o que indica que a Retificação AGLO e o Topejamento TT não tiveram capacidade para responder à produção da Extrusão+Moldação. A inclinação da equação da linha de tendência demonstra um crescimento médio de 46 ML rolhas por dia.

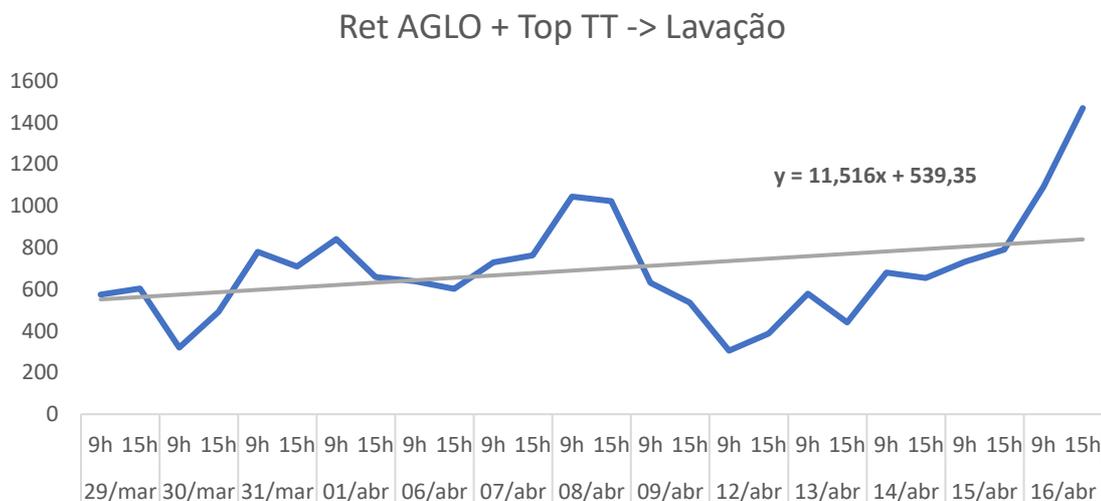


figura 5-15 WIP entre a Ret AGLO + Top TT e a Lavação

A figura 5-15, correspondente ao nível de inventário intermédio entre a Ret AGLO + Top TT e a Lavação, apresenta uma tendência crescente para o WIP, o que indica que a Lavação não teve capacidade para responder à produção da Ret AGLO + Top TT. A inclinação da equação da linha de tendência demonstra um crescimento médio de 12 ML rolhas por dia, um valor bastante abaixo do apresentado anteriormente.

Lavação -> Escolha Eletrónica

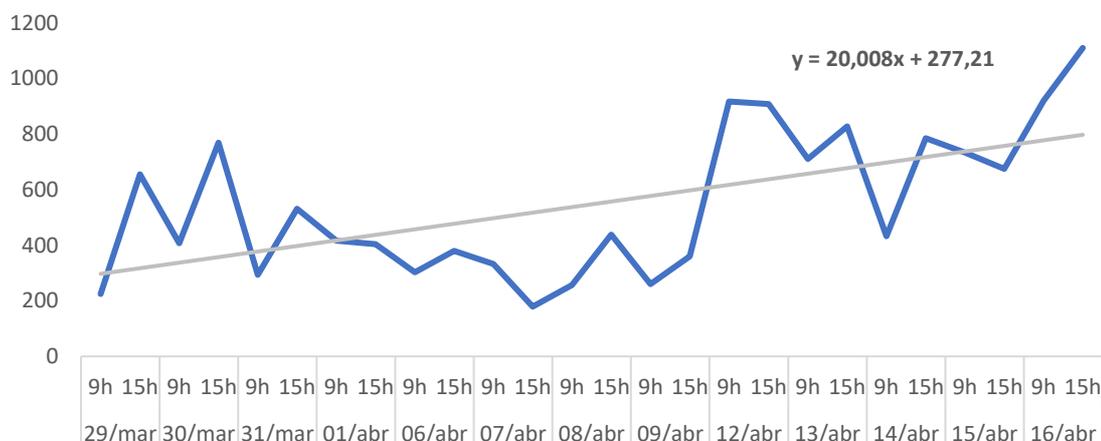


figura 5-16 WIP entre a Lavação e a Escolha Eletrónica

Neste terceiro gráfico, correspondente ao inventário intermédio entre a Lavação e a Escolha Eletrónica, é possível observar que o WIP é igualmente crescente, o que indica que a Escolha Eletrónica não teve capacidade para responder à produção da Lavação. A inclinação da equação da linha de tendência demonstra um crescimento médio de 20 ML rolhas por dia. No entanto este valor continua a estar bastante abaixo da tendência apresentada na figura 5-14.

Escolha Eletrónica -> Embalagem/EQD

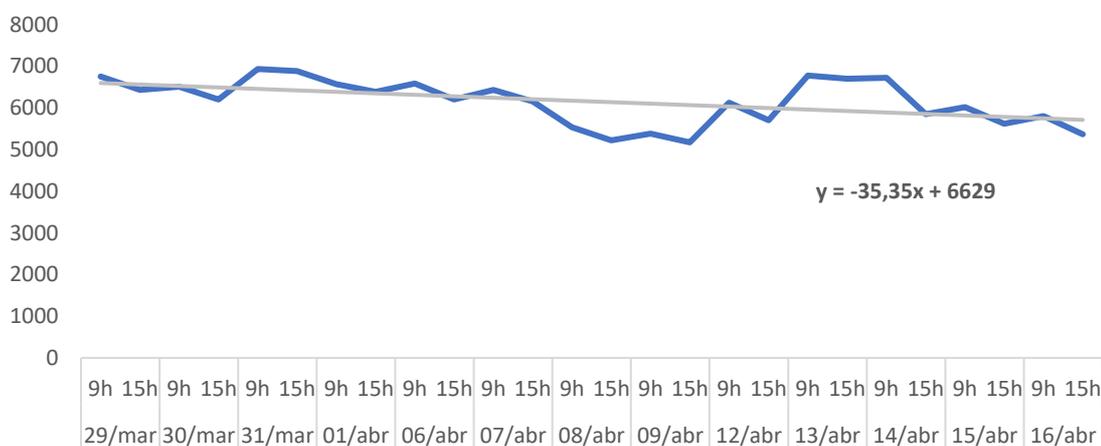


figura 5-17 WIP entre a Escolha Eletrónica e a Embalagem/EQD

Por fim, a figura 5-17 corresponde ao inventário intermédio entre a Escolha Eletrónica e a Embalagem/EQD, é possível observar que o WIP é negativo, ao contrário dos restantes, não havendo por isso falta de capacidade na secção seguinte. A inclinação da equação da linha de tendência demonstra um decréscimo médio de 35 ML rolhas por dia.

Após a realização desta análise, foi possível concluir que a etapa que acumula inventário e em maiores proporções é a Ret AGLO + Top TT. Esta experiência permite

confirmar os cálculos efetuados. Conclui-se assim que a Ret AGLO + Top TT é de facto a restrição deste processo produtivo.

5.2.1.3. Conclusão da secção 5.2.1

Nesta secção identificou-se a restrição do novo sistema em estudo, cumprindo-se assim o primeiro passo do modelo TLS proposto. A procura de mercado continua a ser bastante superior à capacidade de resposta da Equipar, podendo-se, portanto, afirmar que a restrição do sistema continua a ser interna.

Ao construir-se o VSM do sistema, comprovou-se que existiam três etapas restritivas, sendo a Ret AGLO + Top TT a mais restritiva.

Por fim acompanhou-se os stocks intermédios no chão de fábrica num conjunto de semanas em que a unidade se encontrava a trabalhar na sua capacidade máxima. Identificou-se mais uma vez como restrição a Ret AGLO + Top TT.

Analisaram-se as conclusões dos estudos com a responsável da produção e concluiu-se que efetivamente a restrição se mantinha na mesma etapa. Assim, na próxima etapa pretende-se explorar a restrição do sistema.

5.2.2. Explorar Restrição

Apesar de já terem sido efetuado algumas melhorias durante o 1º ciclo TLS, concluiu-se que ainda haviam vários aspetos a melhorar na Retificação AGLO, sendo possível tornar a área mais produtiva.

5.2.2.1. Sistema de Aspiração

Este foi o problema mais crítico de todos os identificados. Neste momento a secção necessita de parar 30min por turno para despoeiramento, o que corresponde a 1h30 por dia. Esta paragem costuma ocorrer durante a paragem para almoço/jantar. O sistema de aspiração é constituído por dois filtros, um para as ponçadeiras + topejadeiras e outro para as chanfradeiras + (Top+Chanf L1+L2).



figura 5-18 Filtro Ponç+Top



figura 5-19 Filtro Chanf+Top L1 e L2

Para analisar o estado atual do sistema decidiu-se utilizar um anemómetro para medir a velocidade de aspiração da conduta principal dos dois filtros. Sabe-se que o valor de velocidade de aspiração esperado, para o primeiro, é 25m/s e 20m/s, para o segundo. Mediu-se a velocidade de aspiração dos dois filtros antes e depois da paragem (Tabela 5-45) concluindo-se que os valores estavam dentro do esperado.

Tabela 5-45 Dados da experiência realizada ao sistema de aspiração (m/s)

	Nº máquinas	11h	12h	14h	15h	
Ponçadeiras+Topejadeiras	14+12	26	24,419	24,428	24,908	24,464
Chanfradeiras+Topejadeiras L1+L2	10+2	12	19,046	18,433	19,838	18,403



figura 5-20 Anemómetro

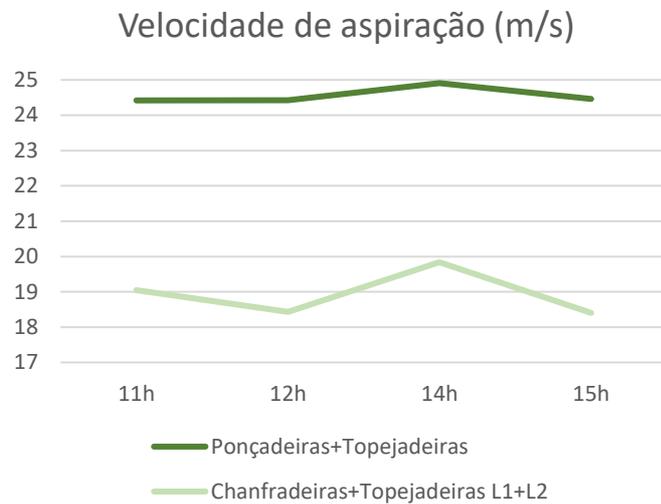


figura 5-21 Velocidade de aspiração (m/s)

Apesar dos valores se encontrarem dentro do esperado, é notório que o sistema de aspiração é um grave problema desta secção. Como é possível ver pela Tabela 5-45, o filtro 1 é responsável pela aspiração de 26 máquinas, 14 ponçadeiras e 12 topejadeiras, enquanto que, o filtro 2 apenas tem 12 máquinas, 10 chanfradeiras e as Top+Chanf da L1 e L2. As ponçadeiras e topejadeiras são aquelas que mais exigem do sistema de aspiração pois são as que de definem o diâmetro e comprimento da rolha, logo são os que removem mais aparas. Assim verificou-se que o filtro 1 está sobrecarregado. Após uma reunião com o chefe industrial e a manutenção definiu-se que se deveria instalar um 3º filtro, o que iria possibilitar atribuir um filtro a cada tipo de máquinas. Para tal acontecer, seria necessário um investimento na ordem dos 30 000€. Decidiu-se calcular qual seria o *payback* caso recuperássemos 1h/dia das 1h30 atualmente perdidas, sabendo que num ano se têm 227 dias de trabalho. (figura 5-22)

Dados		
despoeiramento (h/turno)	0,5	a
Nº turnos	3	c
dias/ano	227	d
Capacidade (ML/h)	101	e
Custo outsourcing (€/ML)	4,50	f

Variável		
% T. Prod. Ganho	67%	b

Custos	
Custo Aspiração (€)	30 000

Ganhos	
T. Prod. Ganho (h/dia)	1
a*c*b	
Ganho diário (ML)	101
*e	
Ganho anual (ML)	22 927
*d	
Ganho anual (€)	103 172
*f	

Payback (anos)	0,29
----------------	------

figura 5-22 Cálculo do payback para o investimento num sistema de aspiração

Para a realização deste cálculo considerou-se que a variável seria o tempo de produção ganho, ou seja, a diminuição do tempo de paragem, em minutos, comparativamente à 1h30min de paragem anteriormente praticados. Inicialmente foi calculado o possível ganho diário após a implementação deste novo sistema, através do produto entre o tempo de despoeiramento por turno, o número de turnos por dia e a percentagem de tempo de produção ganho. Tendo em conta a capacidade da Retificação AGLO, 101 ML rolhas/h, calculada na secção 5.1.1.2.2.4, calculou-se o ganho diário. Calculou-se por fim o ganho anual em termos de rolhas e em termos de euros, sabendo-se que o custo de retificar as rolhas utilizando Outsourcing é de 4,5€/ML. Assim temos que o Ganho anual é de 22 927 ML rolhas o que significa uma poupança de 103 172 € por ano. Conclui-se que seriam necessários 0,29 anos para recuperar o investimento, o que corresponde a cerca de 3 meses e meio.

Para se retirarem conclusões relativamente à rentabilidade deste investimento calculou-se o *payback* para vários valores da variável e os resultados são apresentados na figura 5-23. Como esperado, quanto maior o tempo ganho mais rentável será o investimento. Os responsáveis da empresa, principalmente da área da manutenção acreditam em ganhos na ordem da 1h diária, caso se considere um ganho mínimo na ordem dos 30 minutos por dia, valor conservador, o *payback* é de 0,58 anos. Se se comparar este resultado com o valor de referência de 2 anos, o investimento é considerado rentável e terá um impacto positivo na produtividade desta secção.

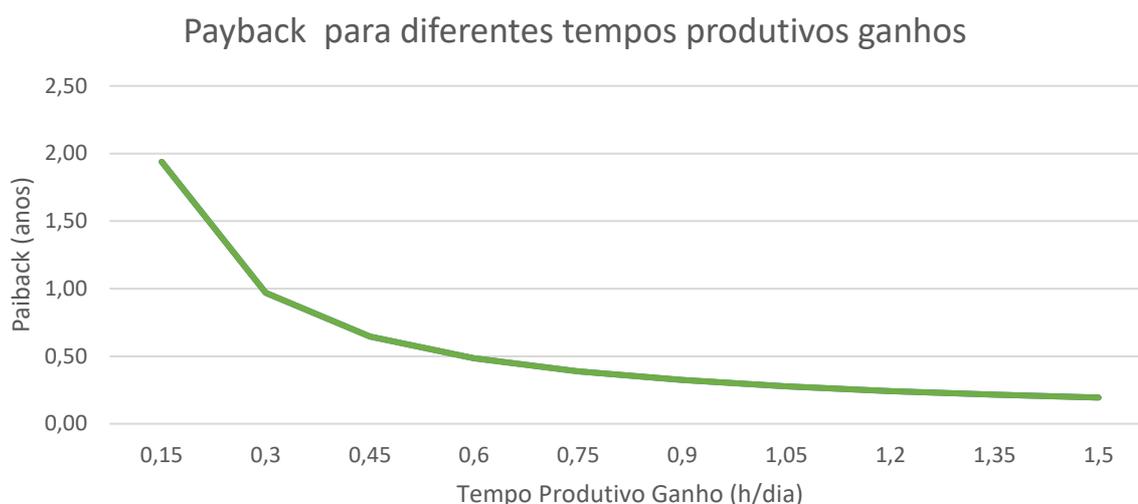


figura 5-23 Cálculo do payback para o investimento num sistema de aspiração

O estudo foi apresentado ao diretor industrial, que considerou de extrema importância a aquisição do mesmo. No entanto dado a necessidade de parar a secção inteira para a introdução deste 3º filtro no sistema de aspiração, foi decidido que apenas aconteceria durante a pausa anual de verão.

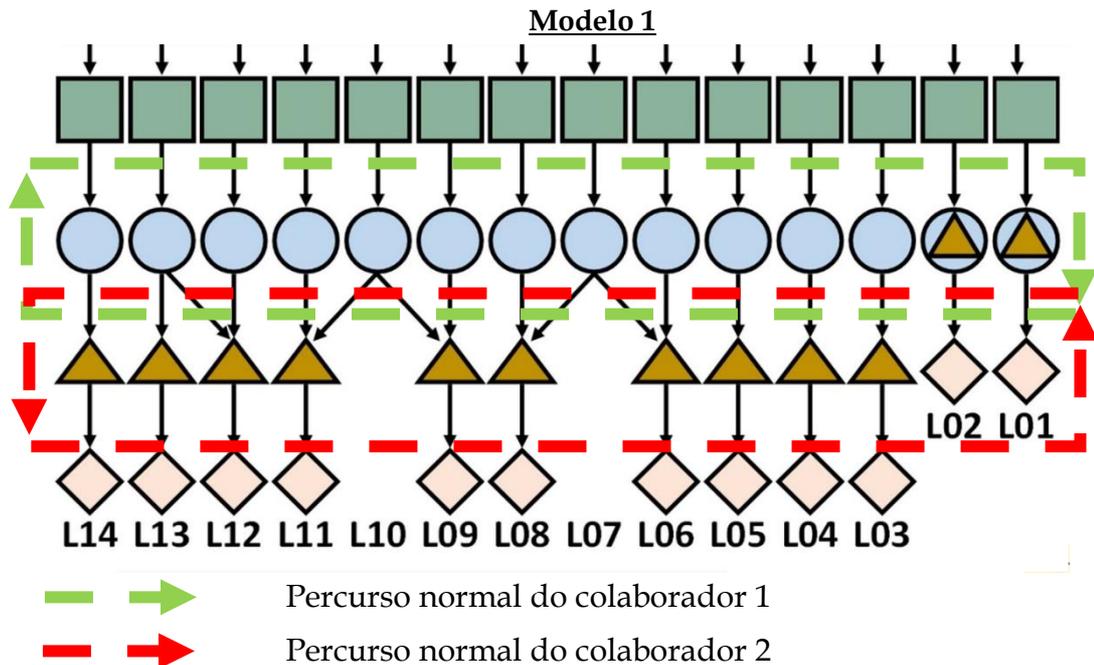
5.2.2.2. Organização das funções dos Trabalhadores

Nesta secção irá ser analisada a organização e distribuição dos recursos humanos que integram este processo, as suas funções atribuídas e a sua área de atuação. Posteriormente foram desenhados dois modelos, testados e, por fim, seleccionou-se o mais vantajoso. O objetivo destes estudos foram descobrir a melhor forma dos colaboradores se organizarem de forma a que o processo se torne o mais eficiente e produtivo possível.

Inicialmente, cada turno era constituído por três pessoas, duas com uma função mais geral, e outra com a função de afinador. Como é possível observar pela Tabela 5-46, existe pouca ou nenhuma atribuição de funções, algo que se pretende alterar com a implementação dos modelos.

Tabela 5-46 Distribuição atual das funções

	Colaborador 1/2	Afinador
Abastecer Ponçadeiras	X	X
Abastecimento manual	X	X
Preencher etiqueta-informações do cesto	X	X
Imprimir etiquetas MÊS	X	X
Testes de qualidade - medições		X
Desencravar Ponçadeiras	X	X
Desencravar Topejadeiras	X	X
Desencravar Chanfradeiras	X	X
Mover cestos completos/vazios	X	X
Mudar calibres das máquinas		X
Mudar lixas das Ponçadeiras		X
Limpeza secção	X	X



O Colaborador 3/Afinador apesar de estar responsável pelas Chanfradeiras, o seu percurso normal é bastante variável devido a todas as suas tarefas específicas.

figura 5-24 Modelo 1

Colaborador 1:

- Responsável por todas as tarefas relacionadas com as Ponçadeiras, isto é, abastecimento, desencravamentos, mudanças de calibre, medições de qualidade...;
- Deve ajudar nos desencravamentos das Topejadeiras;
- Mover cestos completos/vazios, imprimir as etiquetas MES e preencher respetivas os cartões de identificação.

Colaborador 2:

- Responsável por todas as tarefas relacionadas com as Topejadeiras, isto é, abastecimento, desencravamentos, mudanças de calibre, medições de qualidade...;
- Deve ajudar nos desencravamentos das Chanfradeiras;
- Mover cestos completos/vazios, imprimir as etiquetas MES e preencher respetivas os cartões de identificação.

Colaborador 3:

- Responsável por todas as tarefas relacionadas com as Chanfradeiras, isto é, abastecimento, desencravamentos, mudanças de calibre, medições de qualidade...;
- Responsável pelas trocas de tipo de rolha nos três tipos de máquinas;(CH para vinho e vice-versa)
- Responsável por ensinar os restantes operadores a realizar as trocas de calibre nas máquinas atribuídas a cada um. Deverá ajudar os restantes colaboradores nas trocas de calibre, quando necessário, uma vez que neste momento é o colaborador mais experiente no assunto;
- Responsável por realizar pequenas manutenções quando ele ou os restantes operadores identificam problemas;

-Mover cestos completos/vazios, imprimir as etiquetas MES e preencher respectivas os cartões de identificação.

Como todos os modelos passíveis de ser implementados, o modelo 1 tem as suas vantagens e desvantagens, que em seguida serão apresentadas e discutidas.

Vantagens:

- Atribuição de máquinas a cada colaborador;
- Melhor distribuição de funções;
- Afinador terá mais tempo livre para manutenções uma vez que algumas das suas tarefas atuais são distribuídas pelos restantes colaboradores;
- Promoção do trabalho em equipa;
- Atenção redobrada nas topejadeiras que são a restrição das linhas e, por isso, principal causa de perda de produção.

Desvantagens:

- Colaborador 1, para mover os cestos necessita de movimentar-se à linha das chanfradeiras, deixando as ponçadeiras sem vigilância;
- Inicialmente, o afinador necessita de formar os restantes operadores;
- Os restantes colaboradores não têm a mesma facilidade que o afinador a afinar as máquinas
- Descontentamento entre os trabalhadores uma vez que os salários dos afinadores são superiores aos dos restantes operadores.

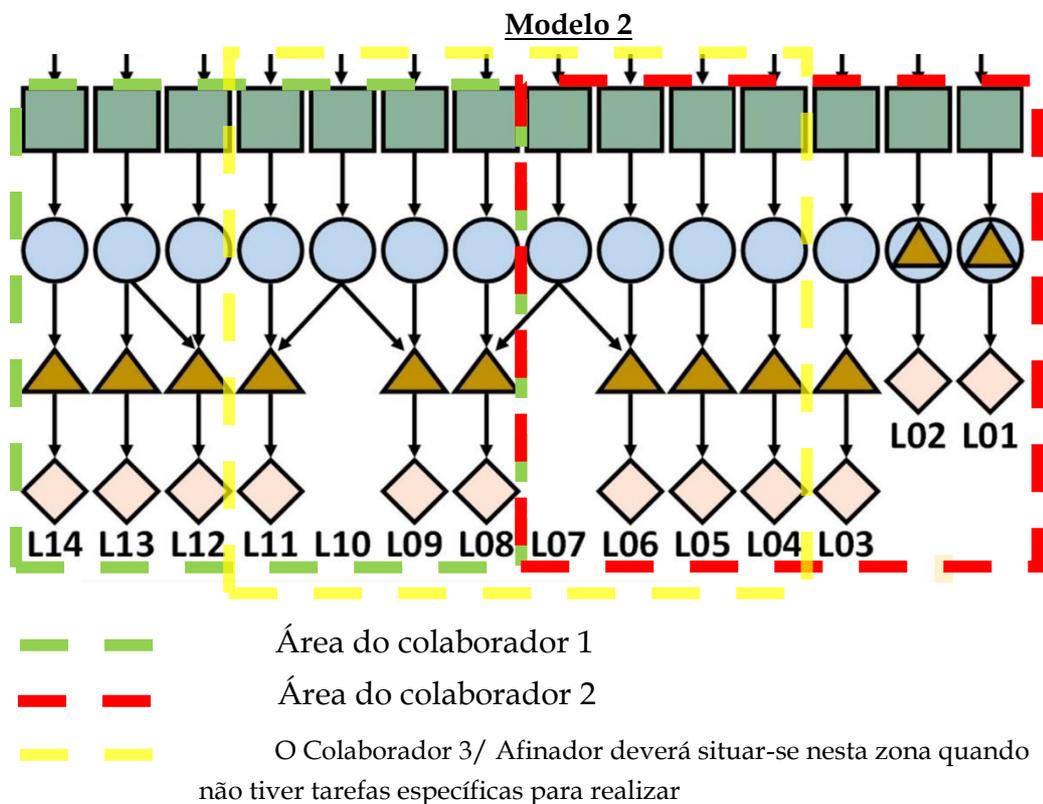


figura 5-25 Modelo 2

Neste modelo os **Colaboradores 1 e 2** têm máquinas atribuídas sendo que as tarefas que desempenham são as mesmas, sendo elas:

- Abastecer e desencravar as máquinas, mover cestos completos/vazios, imprimir etiquetas MES, preencher cartões de identificação dos cestos, medições de qualidade ... das linhas pelas quais é responsável;
- Pedir ajuda ao afinador caso identifique algum problema de qualidade ou caso seja necessário mudar o calibre.

Afinador:

- Responsável por trocas de calibre em todas as linhas;
- Responsável pelas trocas de tipo de rolha em todas as linhas;
- Responsável por ensinar os operadores a realizar as trocas de calibre nas diferentes máquinas, de forma que estes ganhem autonomia;
- Responsável por realizar pequenas manutenções quando ele ou os restantes operadores identificam problemas;
- Quando não tem tarefas específicas deverá posicionar-se entre a linha 4 e 11 de forma a ajudar os restantes colaboradores.

Vantagens:

- Atribuição de máquinas a cada colaborador;
- Melhor distribuição de funções;
- Afinador terá mais tempo livre para manutenções uma vez que algumas das suas tarefas atuais são distribuídas pelos restantes colaboradores;
- Responsabilização dos colaboradores quando a produção não atinge o objetivo.

Desvantagens:

- Menos trabalho em equipa;
- Competição entre os operadores;
- Inicialmente, o afinador necessita de formar os restantes operadores;
- Os restantes colaboradores não têm a mesma facilidade que o afinador a afinar as máquinas;
- Caso falte um operador, ou seja, alocado a outra secção não é possível cumprir o modelo.

Experiência 1:

De forma a decidir qual o melhor modelo e aquele que traria mais benefícios decidiu-se implementá-los, para isso decidiu-se implementar o modelo 1 durante as semanas 20 a 23, no entanto devido a um incêndio na unidade industrial durante a semana 21, apenas se recolheram dados nas semanas 20 e 23, por se considerarem que foram semanas de produção sem interferências externas. O modelo 2 foi implementado no início da semana 24 até ao fim da semana 25.

Por fim analisaram-se as produções diárias desde a semana 13 de 2021 até ao fim do período de experiência do modelo 2. A Tabela 5-47 resume algumas das análises.

Tabela 5-47 Resumo da Experiência

	Semana	Média Prod. (rolhas/dia)	Aumento na produção (%)
	13 - 19	1 550 294	-
Modelo 1	20 e 23	1 674 873	8,04%
Modelo 2	24 e 25	1 719 604	10,92%

Após a análise das produções, ocorreu uma reunião com os chefes de turno e a responsável de produção onde se discutiram os prós e contras de cada modelo, assim como quais as maiores dificuldades que sentiram durante a experiência. De forma unânime, foi explicado que tinham sentido muitas dificuldades em implementar o modelo 2, uma vez que, quase todos os dias, alguém era alocado a outra secção no turno 3 e por vezes no 1. Conclui-se assim, que, na opinião da maioria, o modelo 1 iria funcionar melhor e seria mais vantajoso a longo prazo. Foi decidido que esse seria o modelo a ser implementado e por isso atualizou-se a norma existente (Anexo T).

Com esta alteração obteve-se um aumento imediato de 8% da produção da secção. Conclui-se também que é imperativo a presença de um modelo de organização nesta secção e que com o treino os benefícios podem ser ainda maiores.

5.2.3. Submeter Sistema à Restrição

No final da exploração da restrição, verifica-se se é necessário submeter o sistema às decisões tomadas anteriormente. Neste caso como a decisão tomada no segundo passo relaciona-se com o planeamento, irá afetar as restantes etapas do processo, o terceiro passo tem por isso de ser desenvolvido. Este terceiro passo é bastante importante para nivelar a produção ao longo de todo o processo. Assim, pretende-se que as etapas não restritivas trabalhem ao ritmo da restrição e não no máximo da sua capacidade. Evitando-se assim a acumulação de stocks intermédios.

Apesar de terem ocorrido bastantes melhorias nos níveis de produção da secção ao longo dos meses de abril e maio foi possível identificar que as mesmas estagnaram. Após observação do chão de fábrica e discussão de hipóteses com a responsável de produção, identificou-se que a causa deste problema seria falta de fluxo entre secções que causava falta de cestos e por sua vez tempos não produtivos. Os silos utilizados na Retificação AGLO ficam parados no supermercado até entrarem no processo seguinte, a Lavação. Muitas vezes esta paragem é superior ao normal porque, como explicado anteriormente, a Lavação recebe corpos retificados da Retificação AGLO e do Topejamento TT. Durante o estudo percebeu-se que para a produção na Ret AGLO não ser afetada os operadores da Lavação deveriam balancear as lavações que faziam com corpos de uma e outra secção, isto é, não deveriam deixar acumular em nenhum dos lados, devendo por isso intercalar lavações com corpos retificados na Ret AGLO e com corpos retificados no Top TT. Ao questionar a responsável da produção em relação a como era realizada esta gestão, foi informado que os colaboradores tinham indicações para gerirem conforme as necessidades e que não deixassem acumular, o que se revelou um grave problema no que diz respeito a gestão do fluxo no chão de fábrica. Assim, decidiu-se que o ideal seria estudar o número de lavações diárias provenientes de uma e de outra secção de forma a identificar o mix de lavações ideal, para isso teve-se em conta os meses de abril e maio. (Anexo U)

Esta análise permitiu identificar que a média diária rondava as 46 lavações por dia sendo que 30 delas eram com corpos provenientes da Retificação AGLO e as restantes

16 com origem no Topejamento TT. Sabe-se que esta secção trabalha 3 turnos por dia, por isso fez-se uma estimativa do número de lavações por turno com origem em cada uma das secções. Isto é implementou-se uma folha de registo (figura 5-26), na semana 25, que obrigou a que os colaboradores no mínimo, durante o seu turno fizessem, 10 lavações com corpos vindos da Ret AGLO e 5 do Top TT. O que dá 45 lavações por dia em média.

		Nº Lavações por turno														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T1	ACM AGLO	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	TOP TT	✓	✓	✓	✓	✓										
T2	ACM AGLO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	TOP TT	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								
T3	ACM AGLO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	TOP TT	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓								

Por turno devem ser realizadas mínimo 10 lavações da ACM AGLO e 5 do topejamento da TT!
O turno seguinte deve continuar o mix no ponto em que o turno anterior ficou!

figura 5-26 Folha de registo do nº de lavações

Após esta implementação verificou-se um aumento involuntário da competição entre turnos o que originou um aumento do número médio de lavações que passou a ser 56, um aumento de cerca de 22%, conseqüentemente a produção da Retificação AGLO aumentou, uma vez que as paragens devido a falta de cestos diminuiram. (Tabela 5-48)

Tabela 5-48 Produção Retificação AGLO

Semana	Média Prod. (rolhas/dia)	Aumento na produção
13-24 (excluindo 21)	1 641 434	-
25-30	1 807 890	10,14%

5.2.4. Elevar desempenho da Restrição

Seguindo o modelo TLS proposto (figura 4-4), após os três primeiros passos deve-se analisar se já foi possível eliminar a restrição identificada. Como foi apresentado na secção 5.2.2, a restrição ainda não foi eliminada. No entanto a área tem potencial para melhorar caso se aumento os fluxos de fábrica nas áreas subsequentes à Retificação AGLO. Assim decidiu-se estudar os fluxos da Unidade de Aglomerados.

Os palotes utilizados para armazenar a produção da Retificação AGLO, são utilizados para armazenar a mesma até que esta é abastecida nas máquinas de lavação. Posteriormente estes palotes vazios são devolvidos à Retificação AGLO e utilizados novamente (figura 5-28).



figura 5-27 Palote

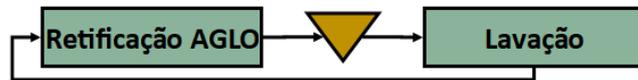


figura 5-28 Movimentação de Palotes

Por outro lado, após a Lavação e até ao final do processo produtivo apenas se usam silos. Estes são utilizados para armazenar as rolhas lavadas e escolhidas até estas serem embaladas ou marcadas. (figura 5-30) A capacidade de um silo são dois palotes.



figura 5-29 Silo

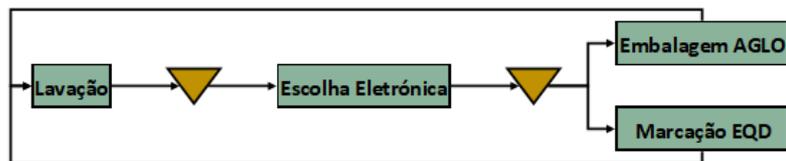


figura 5-30 Movimentação de Silos

De forma a aumentar o fluxo de palotes decidiu-se estudar a Lavação. Identificou-se que apesar de existirem 7 máquinas, nem todas estão preparadas para lavar todos os programas. (Tabela 5-49) Esta restrição faz com que se acumulem palotes no supermercado, acabando por ocorrer a sua falta muitas vezes, o que causa perdas de produção na Retificação AGLO. Fez-se por isso um levantamento dos tipos de lavação que cada máquina é capaz de realizar bem como as necessidades diárias de cada tipo, concluindo-se que apesar de existir capacidade em termos de unidades produzidas, as restrições relativas aos tipos de lavação que cada máquina é capaz de produzir faz com que se acumule stock a montante do processo de lavação, ocorrendo falta de palotes na Retificação AGLO o que obriga a perdas de produção.

Tabela 5-49 Programas Lavação
Tipo Lavação

Máq.	CL0	CLEAR	CL2000	ADV	CLEAR (AGLO RN)
1	OK	OK	OK	-	OK
2	OK	OK	OK	-	-
3	OK	OK	OK	-	OK
4	-	-	-	OK	-
5	OK	-	-	-	-
6	-	-	-	OK	-
7	OK	-	-	OK	-

Em conjunto com a responsável de produção foi decidido explorar a possibilidade de utilizar as instalações anexas à unidade industrial (figura 5-31), que até ao momento apenas eram utilizadas para a lavação das rolhas *Advantec Colours*. As instalações são compostas por duas máquinas que juntas têm capacidade para fazer 540 ML rolhas *Advantec* por dia, trabalhando nos 3 turnos. Sabe-se também, que todas as rolhas *Advantec* que são lavadas na instalação anexa necessitam ser despoeiradas, este processo tem uma duração de meia hora aproximadamente, sem incluir o descarregamento, e pode ser realizado em qualquer uma das máquinas 1 a 7.



figura 5-31 Máquinas de Lavação Advantec Colours

No Anexo V é possível ver o planeamento realizado de forma a tirar o maior proveito de todas as máquinas da lavação, tendo em conta as restrições de cada máquina, a necessidade de despoeirar as rolhas antes de as lavar na instalação anexa, as necessidades produtivas de cada tipo e as durações dos vários programas nas diferentes máquinas. Esta estimativa foi realizada com a ajuda da responsável da produção que conhece as necessidades da unidade industrial e, por isso, confirmou que esta solução seria viável. Decidiu-se assim, contratar um trabalhador extra para cada turno que ficou responsável pela instalação anexa para produção de rolhas *Advantec*. Ficou ainda definido, que quando necessário se poderiam ser realizados despoeiramentos ao sábado de forma a libertar tempo produtivo quando necessário.

Durante a observação do processo de Lavação foi perceptível que ocorria também falta de fluxo, e por isso falta de silos, o que atrasava a produção na secção e consequentemente em todos os processos a montante, incluindo por isso a restrição do sistema. Como demonstrado na figura 5-30, os silos são partilhados por várias secções pelo que qualquer acumulação de stocks faz com que estes fiquem estagnados, diminuindo o seu fluxo no chão de fábrica.

Observando os processos que utilizam silos numa perspetiva macro foi perceptível identificar que durante o período da noite ocorria uma acumulação de stock superior ao normal que causava falta de silos na lavação durante parte do turno 2. Após realizar-se

um *brainstorming* sobre as possíveis causas deste fenómeno identificaram-se as suas principais causas, sendo elas as seguintes:

- A embalagem AGLO funciona em 2 turnos, enquanto que o resto da fábrica funciona em três. No turno 1 a embalagem está parada o que faz com que se acumule mais stock do que o normal, parando-se o fluxo de silos no chão de fábrica;

-A marcação durante o turno da noite apenas tem 1 trabalhador e não tem nenhum afinador, o que faz com que menos máquinas trabalhem em comparação com os restantes turnos e por isso acumulam-se mais stocks do que o normal;

Concluiu-se que a causa desta falta de fluxo é a falta de escoamento da produção na Embalagem AGLO e na Marcação EQD, isto porque apesar do resto da fábrica continuar a produzir à mesma velocidade estes processos estão menos eficientes ou até mesmo parados, promovendo a acumulação de stocks, falta de fluxo e consequentemente de silos.

A solução encontrada para este problema foi a contratação de um operador para o turno 1 da Embalagem AGLO e de 1 Afinador para o turno 1 da Marcação da EQD. Apesar de não se ter conseguido medir o impacto destas medidas até à data, acredita-se que o aumento de fluxo no chão de fábrica irá promover o aumento de produção nos vários processos, incluindo a restrição do sistema.

5.3. Análise e reflexão crítica de resultados

Ao implementar-se o modelo TLS proposto foi possível identificar a etapa restritiva do sistema em estudo e posteriormente melhorá-la.

Apesar de algumas medidas não terem ainda sido implementadas, e por isso não se saber o seu impacto, é possível ao analisar as produções da Retificação AGLO verificar que houve um aumento significativo nas produções médias diárias. (Tabela 5-50) Relativamente ao Topejamento TT, apenas se atuou nas linhas 10, 11 e 12, e é igualmente possível ver o aumento da produção. (Tabela 5-51)

Tabela 5-50 Produção Média Diária da Retificação AGLO

Mês	Produção Média Diária (rolhas)	Aumento da Produção (%)
janeiro	1 386 641	-
fevereiro	1 429 400	3%
março	1 659 836	20%
abril	1 682 391	21%
maio	1 724 932	24%
junho	1 676 580	21%
julho	1 802 940	30%

Tabela 5-51 Produção Média Diária das Linhas 10,11 e 12 do Topejamento TT (rolhas)

Mês	Top.10	Top.11	Top.12	Produção Média Diária	Aumento da Produção (%)
janeiro - junho	95 489	94 403	96 381	95 424	-
julho	180 960	148 843	155 129	161 644	69%

A próxima fase do modelo TLS seria estudar novamente o sistema a fim de perceber se a restrição do mesmo se alterou, caso isso não se verificasse seria necessário o investimento em novos equipamentos para a secção e/ou contratação de mais colaboradores a fim de aumentar a capacidade do processo, de forma a deslocar a restrição para outro processo. O modelo TLS é cíclico pelo que caso se tenha verificado a alteração do processo restritivo deverão ser repetidas todas as etapas do projeto, melhorando assim o sistema de forma contínua.

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

6.1. Conclusões do estudo

A Corticeira Amorim apresenta-se como o maior produtor de cortiça e líder mundial do mercado de cortiça, com foco na inovação e ousadia, concentrando-se na melhoria contínua dos seus produtos e processos. Foi neste contexto que surgiu a presente dissertação de mestrado e durante este estudo desenvolveram-se diversas propostas de melhoria, sendo que algumas delas foram aplicadas, enquanto que outras serão aplicadas a curto prazo, na Unidade Industrial Equipar, localizada em Coruche.

A presente dissertação tem como objetivos melhorar o nível de serviço da EQD e para isso é necessário melhorar o processo de produção de rolhas da UI AGLO; aumentar a produtividade e rentabilidade desse sistema sem pôr em causa a qualidade dos produtos; atuar sobre processos que estão a afetar negativamente a produção sem que se afete o fluxo de produção; promover ações que permitam balancear o fluxo produtivo; elaborar planos de ação e propor melhorias a médio/longo prazo. De forma a atingir os objetivos pretendidos implementou-se um modelo TLS, este foi aplicado através da síntese da Teoria das Restrições, das ferramentas de produção *Lean* e das técnicas de melhoria contínua *Six Sigma*.

O modelo proposto compreende 5 fases, sendo que foram realizados dois ciclos de estudo. Por ser um modelo iterativo poder-se-ão realizar mais no futuro.

Numa primeira fase caracterizou-se o sistema, calcularam-se as capacidades teóricas das secções e realizou-se um VSM, tendo sido identificada a Ret AGLO + Top TT como restrição. Posteriormente explorou-se a mesma com o objetivo de aumentar a sua eficiência. Analisou-se o abastecimento automático da Retificação concluindo-se que o mesmo não era restritivo para a secção. Em seguida atuou-se na Retificação AGLO onde foram melhorados dois processos: a troca de calibre de rolha e a troca de tipo de rolha. Foi ainda feito uma lista de melhorias necessárias para a secção que irão ajudar a mesma a ser mais eficiente e ao mesmo tempo aumentar a segurança dos trabalhadores. No Topejamento TT, com a ajuda da manutenção, foram resolvidos os principais problemas da mesma, tendo sido possível aumentar os valores de produção imediatamente. Após a segunda fase ocorreu a adição de uma nova moldadora ao sistema o que alterou os fluxos de fábrica. Esta alteração obrigou o término imediato da 1ª iteração.

Como consequência da alteração do sistema foi realizado um segundo ciclo TLS. Foi utilizada novamente a ferramenta do VSM e observou-se a realidade industrial da

UI AGLO por esta se encontrar a produzir na sua capacidade máxima, tendo sido possível concluir que a restrição se mantinha na Ret AGLO + Top TT. Continuou-se a explorar a Retificação por ser a secção com maior margem de melhoria, analisou-se o sistema de aspiração, concluindo-se que seria imperativo a implementação de um filtro extra, e implementou-se um modelo de organização para os trabalhadores. Na fase seguinte submeteu-se o sistema à restrição através do cálculo do mix de lavações e implementação de um mecanismo de planeamento e controlo da produção de forma a assegurar que a Retificação não pararia por falta de cestos. De forma a elevar a restrição estudou-se o fluxo de cestos e silos no chão de fábrica, concluindo-se que seria necessário aumentar a flexibilidade e capacidade da lavação através da contratação de um colaborador para cada turno que ficaria responsável pelas máquinas da instalação anexa. Por outro lado, para evitar a diminuição do fluxo de silos durante o turno 1, deveriam ainda ser contratados dois colaboradores, um para a embalagem e um afinador para a marcação da EQD.

No momento de conclusão do estudo ainda não tinha sido possível medir o impacto de todas as melhorias propostas, no entanto, através da análise das produções durante o período de realização da presente dissertação, é possível verificar o aumento significativo das produções nas secções restritivas. Sabe-se também que o nível de serviço de 2021 aumentou em comparação com o ano anterior. (figura 6-1 e 6-2)

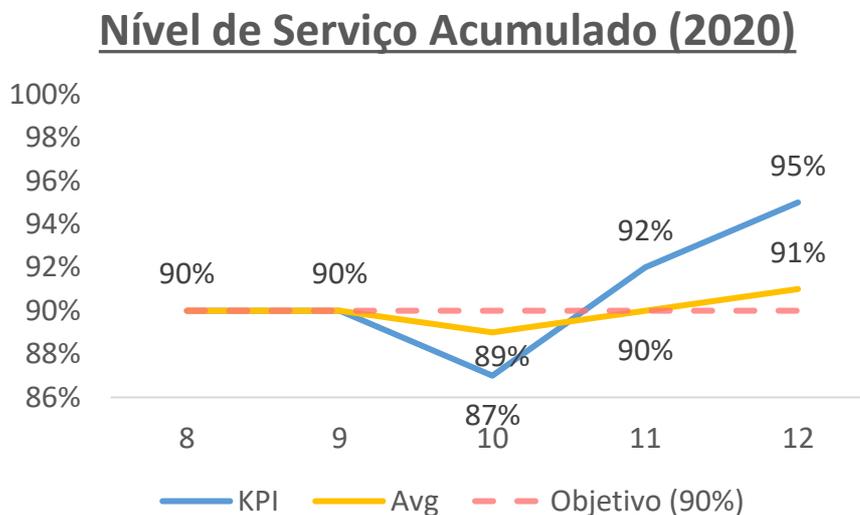


figura 6-1 Gráfico do Nível de serviço acumulado ao longo dos meses(2020)

Nível de Serviço Acumulado (2021)

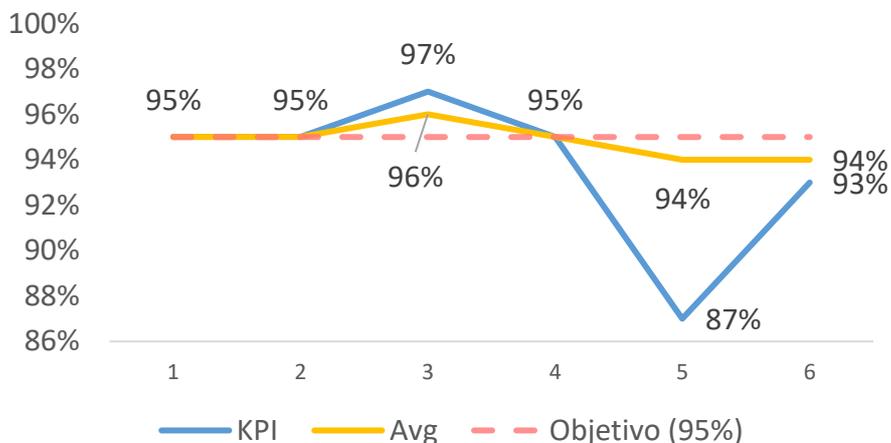


figura 6-2 Gráfico do Nível de serviço acumulado ao longo dos meses (2021)

É importante sublinhar que a queda que ocorreu em maio de 2021 se deveu a um incêndio que ocorreu na EQUIPAR, na última semana do mês de maio, que obrigou à paragem da produção durante cerca de uma semana e meia. No entanto, o responsável da EQD mantém-se confiante que irá atingir o objetivo anual proposto.

6.2. Desenvolvimentos Futuros

Por fim, como proposta de desenvolvimentos futuros, considera-se essencial que sejam desenvolvidas novas iterações, para que se estude qual será o processo restritivo e que novas melhorias sejam introduzidas no sistema. Sugere-se ainda que no futuro se dediquem de forma exaustiva sobre a origem dos defeitos e misturas pois a sua redução ajudaria os processos produtivos a aumentarem a sua rentabilidade e eficiência, o que traria enormes vantagens para a unidade fabril, tanto ao nível das perdas causadas pelo material rejeitado como ao nível de ocupação desnecessária das máquinas durante o processo de reprocessamento dos materiais que ainda podem ser aproveitados.

As principais dificuldades sentidas no decorrer do *case study* estiveram relacionadas com as limitações de recursos financeiros para implementar melhorias, com a impossibilidade de paragem de secções para implementação de melhorias e com a complexidade do sistema devido à vasta gama de produtos que produz. A barreira financeira e a impossibilidade de parar secções provocaram adiamentos na implementação das melhorias. A complexidade do sistema obrigou o investigador a dedicar-se a fundo na realização deste estudo. Porém, é importante referir que a implementação do modelo se revelou um sucesso, tendo obtido resultados bastante positivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGI (2009a). *The Enterprise AIRSpeed Journey: Strategic Direction and the Integration of the Theory of Constraints, Lean, and Six Sigma (TOCLSS) to Achieve Focused System Improvement*. White Papper, Goldratt Institute, Disponível em www.goldratt.com
- AGI (2009b). *Combining Lean, Six Sigma, and the Theory of Constraints to Achieve Breakthrough, Performance*. White Papper, Goldratt Institute, Disponível em www.goldratt.com
- Amorim (2019). Relatório Anual Consolidado 2019. Disponível em https://www.amorim.com/xms/files/v1/Investidores/5_Relatorio_e_Contas/Amorim_RC_21Mai_web.pdf
- Amorim (2020). Corticeira Amorim - 150 Anos de História. Disponível em <https://www.amorim.com/pt/corticeira-amorim/150-anos/>
- Amorim (2021a). Cortiça - Montado. Disponível em <https://www.amorim.com/pt/cortica/montado/>
- Amorim (2021b). Corticeira Amorim - Overview. Disponível em <https://www.amorim.com/pt/corticeira-amorim/overview/>
- Amorim (2021c). Cortiça - O que é. Disponível em <https://www.amorim.com/pt/cortica/o-que-e/>
- Amorim (2021d). Portfólio. Disponível em <https://www.amorimcork.com/pt/portfolio/vinhos/177/>
- APCOR. (2021). Cortiça - Factos-Curiosidades - História. Disponível em <https://www.apcor.pt/cortica/factos-curiosidades/historia/>.
- Cohen, O. (2009). *Ever improve – A guide to managing production the TOC way*. Tallinn, Estonia. <https://doi.org/10.1080/00207541003737685>
- Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Fredendall, L. D., & Ganga, G. M. D. (2020). *The effect of Lean Six Sigma practices on food industry performance: Implications of the Sector's experience and typical characteristics*. *Food Control*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107110>
- Delgado, F. (2014). *Melhoria de um Processo Produtivo O Caso da Corticeira Amorim (Equipar)*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa.
- Dettmer, H. W. (2011). *Our goal is... What is our goal*. *Goal Systems International*.
- Dias, R., & Tenera, A. (2016). *Exploring TLS approaches: A review*.
- Dias, R. M. F., Silva, L. D., & Tenera, A. (2019). *Application of a proposed TLS model in a Lean Productive System*. *Independent Journal of Management & Production*, 10(1), 076. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v10i1.830>

- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Miguel, P. A. C. (2015). Uma análise distintiva entre o estudo de caso, a pesquisa-ação e a design science research. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 17(56), 1116–1133. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v17i56.2069>
- Espada, C (2018). Normalização de um Processo Produtivo Numa Cadeia Com Fluxo Não Balanceado: Caso Equipar. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Coimbra.
- Flynn, B. B., kakibara, S. S., Schroeder, R. G., Bates, K. A., & Flynn, E. J. (1990). *Empirical Research Methods in Operations Management*. In *Journal of Operations Management* (Vol. 9, Issue 2).
- Furtado, I. M. G. F. M., Tenera, A., & Dias, R. (2016). Sugestão de Operacionalização de um Modelo TLS na Indústria Corticeira. <https://doi.org/10.1021/jo00883a042>
- Furtado, I. (2017). Sugestão de Operacionalização de um Modelo TLS na Indústria Corticeira. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa.
- Gaspar, M., Cristovão, L., & Tenera, A. (2019). *Theory of Constraints Thinking Processes on Operational Lean Programs Management Improvement: An Energy Producer Company Case* (pp. 125–142). https://doi.org/10.1007/978-3-030-17771-3_11
- Gleeson, F., Coughlan, P., Goodman, L., Newell, A., & Hargaden, V. (2019). *Improving manufacturing productivity by combining cognitive engineering and lean-six sigma methods*. *Procedia CIRP*, 81, 641–646. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.169>
- Goldratt, E. M., & Cox, J. (1984). *The Goal* (N. R. Press Ed.). Croton-on-Hudson, NY. ISBN: 0884270602 9780884270607
- Goldratt, E.M. (1990a). *What is this thing called the Theory of Constraints?* (N. R. Press Ed.). Croton-on-Hudson, NY. ISBN: 9780884270850
- Goldratt, E.M. (1990b). *Theory of Constraints*. (N. R. Press Ed.). Croton-on-Hudson, NY. ISBN: 0029152917
- Goldratt, E.M., Cox, J. (1992). *The Goal - A Process of Ongoing Improvement*. Second Rev. Ed., North River Press Publishing Corporation, Great Barrington, MA. ISBN: 9780884271956
- Goldratt, E. M. (1994). *It's Not Luck* (N. R. Press Ed.). Great Barrington, MA. ISBN: 9780566076374
- Goldratt, E. M. (1997). *Critical Chain* (N. R. Press Ed.). Great Barrington, MA. ISBN: 9781351218986
- Guleria, P., Pathania, A., Sharma, S., & Sá, J. C. (2022). *Lean six-sigma implementation in an automobile axle manufacturing industry: A case study*. *Materials Today: Proceedings*, 50, 1739–1746. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.177>
- Hemalatha, C., Sankaranarayanan, K., & Durairaj, N. (2021). *Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control*. *Materials Today: Proceedings*, 46, 10334–10338. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.473>
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). *Staying Lean: thriving, not just surviving*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.

- Izmailov, A. (2014). *If Your Company is Considering the Theory of Constraints*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 150, 925–929. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.103>
- Kharub, M., Ruchitha, B., Hariharan, S., & Shanmukha Vamsi, N. (2021). *Profit enhancement for small, medium scale enterprises using Lean Six Sigma*. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.159>
- Moura, E. C. (2010). *The Need to Integrate TOC, Lean, Six Sigma and Management by Processes*. www.qualiplus.com.br
- Moura, E. (2012). *Using TOC-TP as a Guide to Integrate Lean, Six Sigma, Process Management and TOC Solutions for Business Improvement*. Disponível em http://c.ymcdn.com/sites/www.tocico.org/resource/resmgr/2012_conf_pdfs/moura,_eduardo_toc-tp_as_a_g.pdf
- Okimura, L., & Souza, F. (2012). Análise dos Modelos de Integração das Abordagens Teoria das Restrições, Produção Enxuta e Seis Sigma: Um Estudo Teórico. VIII Congresso Nacional de Excelência Em Gestão.
- Okimura, L. (2013). Uma Exploração dos Modelos de Uso Integrado da Teoria das Restrições, Produção Enxuta e Seis Sigma. Tese de Mestrado em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia de Bauru - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, São Paulo.
- Pacheco, D. (2012). Integrando a estratégia de produção com a teoria das restrições, *Lean manufacturing* e seis sigma: Uma abordagem metodológica. Tese de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade do Vale do rio dos Sinos, São Leopoldo.
- Pacheco, D. (2014). *Theory of Constraints, Lean Manufacturing and Six Sigma: Limits to and possibilities for integration*. *Produção*, 24(4), 940–956. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000002>
- Pirasteh, & Robert E. Fox. (2011). *Profitability with No Boundaries*. Quality Press. ISBN: 9780873897952
- Pretorius, P. (2014). *Introducing in-between decision points to TOC's five focusing steps*. *International Journal of Production Research*, 52(2), 496–506. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.836612>
- Ronen, B., & Spector, Y. (1992). *Managing system constraints: a cost/utilization approach*. *International Journal of Production Research*, 30(9), 2045–2061. <https://doi.org/10.1080/00207549208948137>
- Silva, L. D. (2015). Ensaio exploratório de um modelo TLS num Sistema Produtivo *Lean*: Caso Equipar. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa.
- Şimşit, Z. T., Günay, N. S., & Vayvay, Ö. (2014). *Theory of Constraints: A Literature Review*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 150, 930–936. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.104>

- Singh, S., & Kumar, K. (2020). *Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018)*. In *Ain Shams Engineering Journal* (Vol. 11, Issue 2, pp. 465–471). Ain Shams University. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Sproull, B. (2009). *The Ultimate Improvement Cycle: Maximizing Profits through the Integration of Lean, Six Sigma, and the Theory of Constraints*. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida. ISBN: 9781420090345
- Sproull, R., & Nelson, B. (2012). *Epiphanized: integrating theory of constraints, lean and six sigma (TLS)*. North River Press. ISBN: 9781498714198
- Tenera, A., & Abreu, A. (2008). *A TOC perspective to improve the management of collaborative networks*. *IFIP International Federation for Information Processing*, 283, 167–176. https://doi.org/10.1007/978-0-387-84837-2_17
- Van Aken, J., Chandrasekaran, A., & Halman, J. (2016). *Conducting and publishing design science research: Inaugural essay of the design science department of the Journal of Operations Management*. *Journal of Operations Management*, 47–48, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2016.06.004>
- Watson, K. J., Blackstone, J. H., & Gardiner, S. C. (2007). *The evolution of a management philosophy: The theory of constraints*. *Journal of Operations Management*, 25(2), 387–402. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.004>

ANEXOS

Anexo A—Marcação EQD

Medições das máquinas de Marcação

Máquina	Tipo	Corpo	Topos	Orientação	1	2	3	4	5	Média	Desv. P	rolhas/h	rolhas/dia	
												Cadência h	Cadência (dia=17,4h)	
T0	tinta	x			217	216	218	220	215	217	2	13032	226757	
T1	tinta	x			218	220	224	219	220	220	2	13212	229889	
T2	tinta	x			220					220		13200	229680	
T3	tinta	x			220					220		13200	229680	
T4	tinta	x			228	232	231	228	225	229	3	13728	238867	
T5	tinta	x			237	237	237	237	237	237	0	14220	247428	
T6	tinta	x			221	223	221	220	223	222	1	13296	231350	
T7	tinta	x			214	211	211	210	211	211	2	12684	220702	
T8	tinta	x			207	207	208	208	207	207	1	12444	216526	
T9	tinta	x			218	217	216	218	217	217	1	13032	226757	
F1	fogo	x	x		188	187	189	189	188	188	1	11292	196481	
F2	fogo	x	x		172	170	170	168	172	170	2	10224	177898	
F3	fogo	x	x		154	156	156	156	155	155	1	9324	162238	161947
F3	fogo	x	x	x	149	149	149	150	150	149	1	8964	155974	
F4	fogo	x	x		174	174	174	173	172	173	1	10404	181030	179849
F4	fogo	x	x	x	149	147	150	149	150	149	1	8940	155556	
F5	fogo	x	x		156	156	156	156	156	156	0	9360	162864	
F6	fogo	x	x		174	175	172	173	173	173	1	10404	181030	
F7	fogo	x	x		190	189	190	190	189	190	1	11376	197942	195755
F7	fogo	x	x	x	150	139	145	143	145	144	4	8664	150754	
F8	fogo	x			267	260	258	263	264	262	4	15744	273946	
F9	fogo	x			193	200	197	197	191	196	4	11736	204206	
F10	fogo	x			203	202	204	204	204	203	1	12204	212350	
F11	fogo	x			205	206	207	205	206	206	1	12348	214855	
F12	fogo	x	x		170	170	170	172	171	171	1	10236	178106	
F13	fogo	x			177	179	180	179	178	179	1	10716	186458	

Anexo A (continuação)

Tempos de troca de marca

min	Fogo		
	Corpo+Topo	Corpo	Tinta
Op. Ext.	6,33	4,42	6,92
Op. Int.	10,67	9,17	7,17
	17,00	13,58	14,08

Duração dos turnos da Marcação

	%	Tinta	Fogo		
			Máq 3,4,7	Máq 8,9,10,11,13	Máq 1,2,5,6,12
Corpo	100%	x	100%	x	
Corpo+Topos	x	95%	x	100%	
Orientação	x	5%	x	x	

	Turno 1	Turno 2	Turno 3	
Nº Trabalhadores	1	3	2	
Nº máquinas em funcionamento	9	23	18	
h/turno	8	8	8	h/turno
h média/turno	3,13	8	6,26	h/turno

Total 17,4 h/dia

Registo das trocas de Marca

	16/mar	17/mar	18/mar	19/mar	22/mar	23/mar	24/mar	25/mar	26/mar	29/mar	30/mar	31/mar	01/abr	05/abr	06/abr	07/abr	08/abr	09/abr	12/abr	13/abr	14/abr	15/abr	16/abr	Tamanho Amostra	média	Nº Trocas/dia
T0	3	4	5	1	1	1	1	2	0	1	3	2	2	3	3	5	1	1	3	0	2	1	2	23	2,04	2
T1	0	0	1	2					2				0	1			1	2	4	2	0	0	1	14	1,14	1
T2																								0		1
T3																								0		1
T4	0	0																						2	0,00	1
T5	3	3	0	1	1	0	1	1	1	1	3	1	0			1	1	1	1	3	1	0	2	21	1,24	1
T6	0	1	2	2	0	1	4	1	0	3	1	1	0	0	1	7	3	1		1	0	1	2	22	1,45	1
T7	0	2	2	0	2	2	1	2	1	1	0	1	2	1	1	3	0	1	1	1	3	1	2	23	1,30	1
T8	0	0	2	1	1	2	1	1	1	1	2	7	1	1	1	2	2	1	3	0	3	1	2	23	1,57	2
T9	0	1	3	3	2	2	5	2	0	3	1	0	3		1	1	0	2	2	1	1	2	3	22	1,73	2
F1													1	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	11	0,55	1
F2	0	0	0	0	0	1	1	1		1	0	2	1	2	1	0	0	0	0		1	0	1	21	0,57	1
F3	0	1	1	1	0	0			0	1	1	1	0											11	0,55	1
F4	0		1		1	1	0	1	0	1	1	0			0	0	0	1	1	2	1	1	0	19	0,63	1
F5	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0		1		1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	20	0,70	1
F6	1		2	0	1	1	1	0	0	0			1	1	0			1	1	1	2	0	1	18	0,78	1
F7	0	0		1	0	2	0	1	0	2	0	2	1	2	0	0	0	0		3	0	2	0	21	0,76	1
F8					1						1	1	0			0								5	0,60	1
F9	2	0	2						0	0	0		1			0	0	0	1	1	0	0	2	15	0,60	1
F10	0	0	0	1	1	1	1			1	1	1	0	1	0		1		1	1	2	0		18	0,72	1
F11	0	1	0		1	1	1	0	0	0				1				1	0					12	0,50	1
F12	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	2	2	0	0	0	0		1	1	2	22	0,64	1
F13	0			0	0						2	0	0							0	1	0	0	10	0,30	1

máquina sem produção
 máquinas que trabalharam 10 ou menos dias no período de observação pelo que se assume no mín 1 troca/dia

Anexo A (continuação)

Cadência da Marcação

Máquina	rolhas/dia		rolhas/dia	
	Cadência (dia=17,4h)	NºTrocas/dia	Cadência	
T0	226756,8	2	222321	
T1	229888,8	1	227640	
T2	229680	1	227434	
T3	229680	1	227434	
T4	238867,2	1	236531	
T5	247428	1	245008	
T6	231350,4	1	229088	
T7	220701,6	1	218543	
T8	216525,6	2	212290	
T9	226756,8	2	222321	
F1	196480,8	1	194559	
F2	177897,6	1	176158	
F3	161947	1	160363	
F4	179849	1	178090	
F5	162864	1	161271	
F6	181029,6	1	179259	
F7	195755	1	193840	
F8	273945,6	1	271266	
F9	204206,4	1	202209	
F10	212349,6	1	210273	
F11	214855,2	1	212754	
F12	178106,4	1	176365	
F13	186458,4	1	184635	
Total			4769653	

Anexo B - Tratamento EQD

Mix de Tratamento

	2020	2021 (até março)	Total	%
Bopsil 1	12105	2590	14695	40%
Bopsil 1420	14488	2789	17277	47%
P2X	3843	723	4566	12%
Total	30436	6102	36538	100%

Tempos de cada tipo de Tratamento

Programa	Carregar máquina	(s/tratamento)			(min/trat)
		Passo 1	Passo 2	Passo 3	Total
Bopsil 1420	20	180	450ml 40	720	16
Bopsil 1	20	180	250ml 40	480	12
P2X	20	180	520ml 40	720	16

Tempo médio descarregamento girafas

Programa	(min/lavação)					Tempo médio
	Máq 1	Máq 2	Máq 3	Máq 4	Máq 5	
CH	2,86	2,79	2,93	3,31	3,31	3,04
Vinho	3,16	2,91	2,96	3,26	3,33	3,12

Cálculo do tempo médio de cada Tratamento

Programa	Tempo	%
Bopsil 1420	16	40%
Bopsil 1	12	47%
P2X	16	12%

Tempo médio de uma lavação	17,19 min/tratamento
----------------------------	----------------------

Medições tempo de descarregamento girafas

Máq.	Calibre	Tipo	Girafa	Tempo	Tempo min	Máq.	Calibre	Tipo	Girafa	Tempo	Tempo min
1	45x29,5	CH	E	2min45s	2,75	4	47x30	CH	D	3min09s 3 09	3,15
1	45x29	CH	E	2min47s	2,78	4	45x29,5	CH	D	3min14s 3 14	3,23
1	45x29	CH	E	2min56s	2,93	4	45x29	CH	D	3min15s 3 15	3,25
1	47x29,5	CH	E	3min03s	3,05	4	47x29,5	CH	D	3min27s 3 27	3,45
1	47x28,6	CH	E	2min48s	2,80	4	47x28	CH	D	3min28s 3 28	3,47
1	38x23	vinho	E	3min11s	3,18	4	38x22,5	vinho	D	3min19s 3 19	3,32
1	44x24	vinho	E	3min30s	3,50	4	38x23	vinho	D	3min24s 3 24	3,40
1	44x23	vinho	E	3min09s	3,15	4	38x24	vinho	D	3min09s 3 09	3,15
1	38x23	vinho	E	3min08s	3,13	4	38x22	vinho	D	3min11s 3 11	3,18
1	38x24	vinho	E	2min49s	2,82	4	38x23	vinho	D	3min15s 3 15	3,25
2	45x29	CH	E	2min28s	2,47	5	47x28	CH	D	3min09s 3 09	3,15
2	45x29	CH	E	2min38s	2,63	5	45x29	CH	D	3min10s 3 10	3,17
2	47x29,5	CH	E	2min53s	2,88	5	45x29	CH	D	3min12s 3 12	3,20
2	45x29,5	CH	E	2min54s	2,90	5	45x29,5	CH	D	3min30s 3 30	3,50
2	45x29	CH	E	3min03s	3,05	5	47x30	CH	D	3min31s 3 31	3,52
2	38x23,5	vinho	E	2min41s	2,68	5	44x23	vinho	D	3min24s 3 24	3,40
2	38x22,5	vinho	E	2min54s	2,90	5	44x23,5	vinho	D	3min25s 3 25	3,42
2	38x23	vinho	E	2min55s	2,92	5	38x23	vinho	D	3min11s 3 11	3,18
2	38x23	vinho	E	3min08s	3,13	5	44x22	vinho	D	3min31s 3 31	3,52
2	38x23	vinho	E	2min54s	2,9	5	44x23,5	vinho	D	3min08s 3 08	3,13
3	45x29	CH	E	2min43s	2,72						
3	47x29,5	CH	E	2min43s	2,72						
3	45x29	CH	E	2min55s	2,92						
3	45x29,5	CH	E	2min59s	2,98						
3	45x29,5	CH	E	3min18s	3,30						
3	38x23	vinho	E	2min43s	2,72						
3	38x23	vinho	E	2min45s	2,75						
3	38x22,5	vinho	E	3min02s	3,03						
3	44x24	vinho	E	3min22s	3,37						
3	38x24	vinho	E	2min55s	2,92						

Anexo B (continuação)

Análise ABC (2020 + 2021 (até março))

Calibre		%	% acum.	% produto	% produto acum.	Q STD
38X23	112 889 317	19,59%	19,59%	2,13%	2,13%	25000
47X29,5	103 481 380	17,96%	37,55%	2,13%	4,26%	12250
44X23	70 374 978	12,21%	49,77%	2,13%	6,38%	22250
44X23,5	43 857 350	7,61%	57,38%	2,13%	8,51%	21750
47X30	29 618 136	5,14%	62,52%	2,13%	10,64%	12000
38X24	26 844 542	4,66%	67,18%	2,13%	12,77%	23750
47X28,6	25 816 670	4,48%	71,66%	2,13%	14,89%	12750
38X23,5	23 119 690	4,01%	75,68%	2,13%	17,02%	24250
44X24	18 667 267	3,24%	78,92%	2,13%	19,15%	21250
47X28	17 910 152	3,11%	82,02%	2,13%	21,28%	13000
47X29	16 771 638	2,91%	84,93%	2,13%	23,40%	12500
33X23	12 688 443	2,20%	87,14%	2,13%	25,53%	27750
40X27	8 661 442	1,50%	88,64%	2,13%	27,66%	15500
45X28	7 970 153	1,38%	90,02%	2,13%	29,79%	13500
45X29	6 935 536	1,20%	91,23%	2,13%	31,91%	13000
38X24,5	5 431 470	0,94%	92,17%	2,13%	34,04%	23000
45X30	4 494 493	0,78%	92,95%	2,13%	36,17%	12500
33X23,5	3 826 097	0,66%	93,61%	2,13%	38,30%	27000
38X22,5	3 710 828	0,64%	94,26%	2,13%	40,43%	25750
39X23,5	3 694 402	0,64%	94,90%	2,13%	42,55%	23750
45X27	3 630 044	0,63%	95,53%	2,13%	44,68%	14000
38X22	3 355 101	0,58%	96,11%	2,13%	46,81%	26500
39X23	3 241 376	0,56%	96,67%	2,13%	48,94%	24500
35X24	2 880 671	0,50%	97,17%	2,13%	51,06%	25250
45X29,5	2 857 333	0,50%	97,67%	2,13%	53,19%	12750
35X23	1 839 713	0,32%	97,99%	2,13%	55,32%	26500
42X26,5	1 294 433	0,22%	98,21%	2,13%	57,45%	15250
42X26	1 148 109	0,20%	98,41%	2,13%	59,57%	15500

35X22,8	1 142 445	0,20%	98,61%	2,13%	61,70%	27000
44X22	1 075 579	0,19%	98,80%	2,13%	63,83%	23500
44X30	1 021 130	0,18%	98,98%	2,13%	65,96%	12500
33X22	723 695	0,13%	99,10%	2,13%	68,09%	29500
47X27	714 968	0,12%	99,23%	2,13%	70,21%	13750
38X26	609 515	0,11%	99,33%	2,13%	72,34%	16750
47X24	596 016	0,10%	99,43%	2,13%	74,47%	20000
46X29	576 405	0,10%	99,53%	2,13%	76,60%	12750
39X26	497 284	0,09%	99,62%	2,13%	78,72%	16500
46X28,5	421 194	0,07%	99,69%	2,13%	80,85%	13000
33X21	378 418	0,07%	99,76%	2,13%	82,98%	31250
39X25	337 252	0,06%	99,82%	2,13%	85,11%	22000
42X27,5	302 481	0,05%	99,87%	2,13%	87,23%	14500
38X25	286 508	0,05%	99,92%	2,13%	89,36%	17750
44X25	163 724	0,03%	99,95%	2,13%	91,49%	20250
45X26	122 369	0,02%	99,97%	2,13%	93,62%	14000
44X22,5	107 850	0,02%	99,99%	2,13%	95,74%	23000
44X25,5	51 000	0,01%	100,00%	2,13%	97,87%	20250
38X28	11 731	0,00%	100,00%	2,13%	100,00%	15250
576 150 328		100%		100%		

Quantidade Standard

% A	Q STD %
23,07%	5767
21,15%	2590
14,38%	3200
8,96%	1949
6,05%	726
5,49%	1303
5,28%	673
4,72%	1146
3,81%	811
3,66%	476
3,43%	428
Q STD Tratamento	19069

Anexo B (continuação)

Tempos úteis de produção de uma máquina por turno

Disponibilidade por turno	horas
Tempo turno	8,00
Pausa almoço	0,50
Pausa lanche	0,25
Tempo operação	7,25
Tempo de limpeza p/injeção	0,10
Tempo limpeza tambor	0,53
Tempo de produção	6,61

Pistolas Cobra (máq 1,2,3) 8min

Pistolas Nordson (máq 4,5) 3min20s

Cálculo da capacidade diária do Tratamento

rolhas/ hora máq	Nº máq	rolhas/ hora	rolhas/ turno	rolhas/ dia
66564	5	332818	2201404	6604212

Anexo C - Embalagem EQD

Análise do Mix de rolhas embaladas (2020 + 2021 (até março))

Calibre	Diâmetro	Tipo Rolha	Q Embalada
33X21	21	Vinho	384 000
38X21	21	Vinho	14 000
33X22	22	Vinho	1 042 000
38X22	22	Vinho	4 689 500
44X22	22	Vinho	1 626 000
35X22,5	22,5	Vinho	6 427 300
38X22,5	22,5	Vinho	7 052 100
44X22,5	22,5	Vinho	100 000
35X22,8	22,8	Vinho	918 000
33X23	23	Vinho	33035000
35X23	23	Vinho	3 609 000
38X23	23	Vinho	160 545 823
39X23	23	Vinho	3 830 500
44X23	23	Vinho	89 388 330
38X23,5	23,5	Vinho	31 094 800
39X23,5	23,5	Vinho	4 716 160
44X23,5	23,5	Vinho	52 630 660
35X24	24	Vinho	4 283 100
38X24	24	Vinho	42 115 904
39X24	24	Vinho	1 000
44X24	24	Vinho	24 291 308
47X24	24	Vinho	920 800
38X25	25	Vinho	430 000
39X25	25	Vinho	343 700
44X25	25	Vinho	216 000
44X25,5	25,5	Vinho	64 000
38X26	26	Vinho	750 000
39X26	26	Vinho	646 000
42X26	26	Vinho	2 744 000
45X26	26	Vinho	120 000

39X27	27	CH	15 100
40X27	27	CH	11 977 100
45X27	27	CH	4 943 160
47X27	27	CH	905 600
42X27,5	27,5	CH	374 000
38X28	28	CH	11 020
45X28	28	CH	10 346 290
46X28	28	CH	592 001
47X28	28	CH	23 022 000
47X28,6	28,6	CH	31 370 500
45X29	29	CH	11 230 975
46X29	29	CH	3 783 500
47X29	29	CH	18 343 600
45X29,5	29,5	CH	4 362 000
47X29,5	29,5	CH	131 911 416
44X30	30	CH	2 000 000
45X30	30	CH	7 876 000
47X30	30	CH	38 679 775
48X30	30	CH	36 000
Total			779 809 022

	Q Emb	% Q Emb
Vinho	478 028 985	61%
CH	301 780 037	39%
Total	779 809 022	100%

Análise ABC das quantidades por saco (2020 + 2021 (até março))

vinho 1000 saco

CH

Q / saco	Q Pedidas	Q Pedidas Acum.	%Q Pedidas	%acum.	%Q/saco	% acum Q/saco
750	24987200	24987200	41,0%	41,0%	11,1%	11,1%
875	15269000	40256200	25,1%	66,1%	11,1%	22,2%
825	6008600	46264800	9,9%	76,0%	11,1%	33,3%
1000	5165200	51430000	8,5%	84,5%	11,1%	44,4%
850	3236800	54666800	5,3%	89,8%	11,1%	55,6%
900	1900800	56567600	3,1%	92,9%	11,1%	66,7%
1500	1872000	58439600	3,1%	96,0%	11,1%	77,8%
3500	1386000	59825600	2,3%	98,3%	11,1%	88,9%
800	1053000	60878600	1,7%	100,0%	11,1%	100,0%

Total 60 878 600

100%

100%

Q / saco	Q Pedidas	%Q Pedidas
750	24987200	54%
875	15269000	33%
825	6008600	13%

Total 46 264 800 100%

Anexo C (continuação)

Medições Embalagem

s/saco

Embalagem	Calibre	Tipo	Q	saco	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	Desv. P	unid/s	unid/h
1	45x30	CH	750	16,23	16,21	16,18	16,25	16,27	16,34	16,11	16,15	16,15	16,34	16,22	0,08	46	166430	
1	47x28	CH	750	16,39	16,24	16,19	16,17	16,08	16,36	16,14	16,24	16,28	16,25	16,23	0,10	46	166318	
1	47x28,6	CH	750	16,83	17,04	17,05	16,98	17,08	17,31	17,01	17,06	16,99	16,87	17,02	0,13	44	158618	
1	47x29,5	CH	750	16,21	16,28	16,22	16,26	16,15	16,25	16,23	16,16	16,21	16,15	16,21	0,05	46	166543	
1	47x29,5	CH	750	16,71	16,7	16,75	16,68	16,68	16,69	16,74	16,68	16,69	16,66	16,70	0,03	45	161696	
1	47x27	CH	825	16,74	16,76	16,71	16,76	16,63	16,66	16,78	16,76	16,81	16,75	16,74	0,05	49	177462	
1	47x27	CH	825	16,75	16,8	16,8	16,81	16,88	16,71	16,77	16,8	16,7	16,67	16,77	0,06	49	177113	
1	47x28	CH	825	16,2	16,29	16,33	16,29	16,33	16,36	16,34	16,21	16,34	16,25	16,29	0,06	51	182276	
1	47x29,5	CH	825	17,02	16,96	16,91	16,96	17,03	16,95	16,98	16,93	16,94	17,04	16,97	0,04	49	174994	
1	47x29,5	CH	825	17,12	16,95	16,94	16,95	16,97	17,08	17,04	16,963	17,03	17	17,00	0,06	49	174662	
1	47x28,6	CH	875	17,02	17,02	17,21	17,03	17,08	17,2	17,03	17	17,05	17,06	17,07	0,07	51	184534	
1	47x28,6	CH	875	17,19	17,11	17,21	17,13	17,09	16,99	17,16	17,14	17,01	17,08	17,11	0,07	51	184092	
1	47x29,5	CH	875	16,41	16,23	16,36	16,3	16,24	16,1	16,13	16,28	16,33	16,26	16,26	0,10	54	193679	
1	47x29,5	CH	875	17,14	17,15	17,2	17,21	17,13	17,2	17,14	17,13	17,13	17,16	17,16	0,03	51	183577	
1	47x29,5	CH	875	17,19	17,15	17,17	17,13	17,16	17,16	17,16	17,17	17,2	17,12	17,16	0,02	51	183556	
1	38x23	vinho	1000	15,97	15,93	16,16	15,9	16,03	15,93	16	15,96	15,93	16,01	15,98	0,07	63	225253	
1	38x23,5	vinho	1000	15,93	15,78	15,68	15,91	15,86	15,56	15,96	15,76	15,69	15,53	15,77	0,15	63	228339	
1	38x24	vinho	1000	16	15,9	15,89	16	16	15,89	15,96	15,91	15,99	15,96	15,95	0,05	63	225705	
1	44x23	vinho	1000	16,09	16,11	16,53	16,22	16,16	16,13	16,27	16,21	16,26	16,35	16,23	0,13	62	221770	
1	44x23,5	vinho	1000	16,27	16,07	16,18	16,25	16,16	16,38	16,29	16,24	16,29	16,3	16,24	0,09	62	221634	
2	45x28	CH	750	29,44	30,17	29,71	29,84	29,87	29,75	30,16	29,86	30,01	30,15	29,90	0,54	20	73435	
2	47x29,5	CH	750	37,1	35,96	35,97	37,65	36,93	36,85	37,29	36,49	36,84	36,59	36,77	0,54	20	73435	
2	47x29,5	CH	750	34,97	35,27	36,39	34,97	36,47	36,25	36,28	34,86	34,74	34,54	35,47	0,78	21	76112	
2	47x29,5	CH	750	35,39	35,22	34,88	35,07	34,86	35,28	35,14	35,12	35,2	35,09	35,13	0,16	21	76868	
2	47x28	CH	825	32,85	32,56	33,85	33,46	32,76	32,95	33,21	33,52	33,75	33,62	33,25	0,45	25	89315	
2	38x23	vinho	1000	31,37	32,57	32,21	31,61	31,86	31,27	32,72	32,22	31,41	32,94	32,02	0,60	31	112437	
2	38x24	vinho	1000	31,66	31,64	31,57	31,79	32,1	32,71	31,5	31,79	32,05	31,53	31,83	0,37	31	113087	
2	44x23	vinho	1000	32,09	32,41	33,65	32,28	34,86	32,18	32,72	32,55	33,19	33,87	32,98	0,90	30	109157	
2	44x23,5	vinho	1000	33,06	34,81	33,31	33,58	34,13	34,33	34,02	32,51	34,87	34,5	33,91	0,78	29	106157	
2	44x23,5	vinho	1000	31,55	32,36	33,2	32,97	32,35	33,17	33,16	31,54	31,94	32,72	32,50	0,65	31	110783	

Cálculo das Quantidades *standard* por segundo

	Vinho	CH			
Q	1000	750	825	875	rolhas/saco
EMB 1	62	46	49	52	unid/s
EMB 2	31	21	25		unid/s

nº amostras < 5

		CH	
Tipo de Rolha	% Q Emb	Q / sacco	%Q Pedidas
Vinho	61%	750	54%
CH	39%	825	13%
		875	33%

	Q standard	
Emb 1	57	unid/s
Emb 2	27	unid/s

Anexo C (continuação)

Análise do nº de trocas de palote

Trocas de Palotes	Janeiro	Fevereiro	Total
Nº palotes	2513	2434	4947
Nº de trocas encomendas	766	768	1534
Nº de trocas entre palotes da mesma encomenda	1747	1666	3413
Nº Dias trabalho	19	18	37
Nº médio diário de trocas encomendas	41	43	42
Nº médio diário de trocas entre palotes da mesma encomenda	92	93	93

Embalagem 1

Cerca de 70% das trocas de palotes da mesma encomenda não influencia o funcionar

Nº de trocas entre palotes da mesma encomenda que provoca paragens	24
Nº de trocas entre palotes da mesma encomenda que não provoca paragens	57
Nº de trocas de encomenda	36

Embalagem 2

A troca de palotes da mesma encomenda não tem qualquer impacto

Nº de trocas entre palotes da mesma encomenda que não provoca paragens	12
Nº de trocas de encomenda	6

Medições

Embalagem 1

Nº de trocas entre palotes da mesma encomenda

Medição	Tempo(s)
1	45
2	66
3	52
4	52
5	58
6	50
7	50
8	39
9	65
10	60
Média	54
Desv.P	9

Nº de trocas encomendas

Medição	Tempo(min)
1	8,45
2	9,85
3	5,67
4	5,67
5	4,20
6	4,80
7	6,83
8	6,42
9	10,50
10	7,42
Média	6,98
Desv.P	2,09

Embalagem 2

Nº de trocas encomendas

Medição	Tempo(min)
1	18,10
2	6,93
3	14,78
4	9,12
5	12,35
Média	12,26
Desv.P	4,44

Troca Filme

Medição	Tempo(min)
1	5,62
2	5,40
3	6,53
Média	5,85
Desv.P	0,60

Cálculo do tempo útil por turno

Disponibilidade por turno	horas
Tempo turno	8,00
Pausa almoço	0,50
Troca bobine de filme	0,03
Pausa lanche	0,25
Reunião Kaizen diária	0,25
Tempo disponível por turno	6,97

	Rolhas/dia		
	Objetivo	Emb1	Emb2
turno1	600,00	27%	
turno 2	1000,00	30%	13%
turno 3	700,00	30%	
Total	2300,00		

	Turno 1	Turno 2		Turno3	Total	
	Emb 1	Emb 1	Emb 2	Emb 1		
Frequência trocas encomenda (palotes)	12	12	6	12	42	Palotes
Tempo troca encomenda	0,116	0,116	0,204	0,116		h
Frequência trocas palotes mesma enc.	8	8	0	8	24	Palotes
Tempo troca palotes mesma encomenda	0,015	0,015	0	0,015		h
Tempo útil/turno	5,45	5,45	5,74	5,45		h

Anexo C (continuação)

Cálculo da capacidade diária da Embalagem

	Q standard	
Emb 1	57	unid/s
Emb 2	27	unid/s

	Turno 1	Turno 2		Turno3	
	Emb 1	Emb 1	Emb 2	Emb 1	
Tempo útil/turno	5,45	5,45	5,74	5,45	h
Tempo útil/turno	19628	19628	20671	19628	s

		Capacidade	
Turno 1	Emb 1	1118796	unid/turno
Turno 2	Emb 1	1118796	unid/turno
	Emb 2	558117	unid/turno
Turno 3	Emb 1	1118796	unid/turno
	Total	3914505	unid/dia

Anexo D - Topejamento TT

Mix de produtos

MaterialName	Calibre	Produções	Produção	%
RT ADV 38X23 CF	38X23	10 549 800	38x23	16 308 627 33%
RT ADV_FMC 38X23 CF	38X23	1 198 557	38x24	7 270 879 15%
RT AGL_RCT 38X23 CF	38X23	4 560 270	44x23	20 560 404 41%
RT AGL_RA 38X24 CF	38X24	7 270 879	44x24	5 964 879 12%
RT ADV 44X23 CF	44X23	20 423 516	Total	50 104 789 100%
RT AGL_RA 44X23 CF	44X23	19 960		
RT AGL_RCT 44X23 CF	44X23	116 928		
RT ADV 44X24 CF	44X24	1 532 826		
RT ADV_FCP 44X24 CF	44X24	1 874 566		
RT ADV_FMC 44X24 CF	44X24	2 120 547		
RT AGL_RA 44X24 CF	44X24	436 940		
Total Geral		50 104 789		

Cálculo capacidade Topejamento TT

	44x23	44x24	38x23	38x24
L4		L4 267168	L4 265680	L4 292776
L5	292512	L5 290664	L5 264264	L5
L6		L6	L6 266640	L6 290664
L7	291720	L7 287232	L7 295380	L7 292248
L8	294840	L8 263736	L8	L8
L9	291870	L9 284328	L9	L9
L10	260280	L10	L10	L10
L11	271620	L11	L11	L11
L12	275400	L12	L12	L12

Cadência média	282606	278626	272991	291896	Total	Cadência diária média de uma máq
Produção anual	20 560 404	5 964 879	16 308 627	7 270 879	50 104 789	
%	41%	12%	33%	15%	100%	280 351

Medições Topejamento TT

Linha	calibre	rolhas/min					médica	Desv.P.	Cadência (dia=22,5h)
		1	2	3	4	5			
4	38x23	194	199	194	205	192	197	5	265680
4	38x24	222	221	225	221	220	222	2	292776
4	44x24	203	202	202	203	202	202	1	267168
5	38x23	195	205	199	203	199	200	4	264264
5	44x24	219	222	219	219	222	220	2	290664
5	44x23	220	223	221	219	225	222	2	292512
6	38x23	205	199	200	203	203	202	2	266640
6	38x24	221	219	221	219	221	220	1	290664
7	38x23	220	218	219	216	221	219	2	295380
7	38x24	221	225	222	220	219	221	2	292248
7	44x23	222	218	222	221	222	221	2	291720
7	44x24	218	218	218	216	218	218	1	287232
8	44x23	212	221	223	220	216	218	4	294840
8	44x24	199	201	200	198	201	200	1	263736
9	44x23	213	215	216	217	220	216	3	291870
9	44x24	216	214	216	214	217	215	1	284328
10	44x23	197	191	187	197	192	193	4	260280
11	44x23	196	205	206	205	194	201	6	271620
12	44x23	209	201	198	209	203	204	5	275400

Anexo E - Extrusão AGLO

Análise das produções realizadas na extrusão, no período compreendido entre janeiro de 2020 e março de 2021

L1

	Material	Produções	%
AGLO - Extrusão Vinho	CORPOS EXT 29X24 RA	2 585 000	
AGLO - Extrusão Vinho	CORPOS EXT 29X26 RN	800 000	
AGLO - Extrusão Vinho	CORPOS EXT 34,5X26 RA	7 958 517	
AGLO - Extrusão Vinho	CORPOS EXT 36,5X26 RA	6 802 000	7%
AGLO - Extrusão Vinho	CORPOS EXT 39,5X26 RA	43 301 636	46%
AGLO - Extrusão Vinho	CORPOS EXT 39,5X26 RCT	2 677 000	3%
AGLO - Extrusão Vinho	CORPOS EXT 45,5X26 RA	36 088 801	39%
AGLO - Extrusão Vinho	CORPOS EXT 45,5X26 RCT	4 391 154	5%
Total		93 260 591	100%

L2

	Material	Produções	%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 36,2X30 RCT	400 500	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 41,5X30 RCT	10 289 534	14%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 46,5X30 RCT	12 884 051	17%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 47,5X30 RCT	97 500	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 48,5X30 RCT	52 875 238	70%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 56X30 RN	812 000	
Total		76 048 823	100%

L3

	Material	Produções	%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 35X33 RN	180 000	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 36,2X33 RCT	2 634 000	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 38X33 RCT	8 500	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 45X33 RN	404 500	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 46,5X33 RCT	5 422 051	7%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 48,5X33 RCT	75 448 840	93%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 49,5X33 RCT	386 000	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 56X33 RN	699 000	
Total		80 870 891	100%

L4

	Material	Produções	%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 35X33 RN	250 000	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 36,2X33 RCT	3 330 017	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 45X33 RN	289 000	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 46,5X33 RCT	1 643 034	2%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 48,5X33 RCT	73 090 022	98%
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 49,5X33 RCT	1 255 534	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 56X33 RN	585 000	
AGLO - Extrusão	CORPOS EXT 72X33 RN	50 000	
Total		74 733 056	100%

Anexo E (continuação)

Medições Extrusão AGLO

Linha	calibre	Lado	caudais/máq									Total	% caudais	extrusão	rolhas/min										rolhas/dia		rolhas/dia
				1	2	3	4	5	6	7	8				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	média	Desv.P.	Cadência (dia=21h)
1	45,5x26	A	25	24	23	23	25	25	23	23	24	190	95%	263	220	200	209	214	237	195	197	219	201	216	20	285821	560595
		B	25	23	24	23	23	25	20	25	24	187	94%	202	212	207	210	198	194	175	183	224	234	204	17	274774	
1	39,5x26	A	25	24	23	23	25	25	23	23	24	190	95%	262	257	286	265	274	270	279	266	262	272	269	8	357177	707416
		B	25	23	24	23	23	25	20	25	24	187	94%	262	251	261	257	258	254	270	261	252	273	260	7	350240	
2	48,5x30	A	25	25	22	24	25	23	25	25	25	194	97%	125	139	129	145	136	137	137	128	138	126	134	6	174062	344776
		B	25	25	25	24	25	25	23	24	24	195	98%	132	123	135	118	131	138	139	133	128	144	132	7	170714	
3	48,5x33	A	25	25	25	25	25	25	25	25	21	196	98%	113	124	125	119	139	124	123	131	127	127	125	7	160971	313464
		B	25	25	25	25	23	25	25	25	22	195	98%	105	119	125	118	126	120	117	117	112	121	118	6	152492	
4	48,5x33	A	25	24	25	25	25	24	25	25	25	198	99%	120	123	124	128	118	128	119	118	125	121	122	4	155782	319964
		B	25	24	24	25	25	25	25	25	25	198	99%	136	128	120	123	141	132	128	130	129	123	129	6	164182	
3	46,5x33	A	25	25	25	25	25	25	25	25	21	196	98%	146	151	151	139	143	136	132	127	135	129	139	8	178586	342709
		B	25	25	25	25	23	25	25	25	22	195	98%	131	130	117	138	131	129	128	129	108	129	127	8	164123	
1	36,5x26	A	25	23	23	23	25	25	23	0	24	166	83%	228	224	224	215	233	230	230	243	225	228	228	7	346120	661971
		B	25	23	24	23	23	25	20	0	25	163	82%	205	206	210	209	193	192	203	212	198	215	204	7	315850	
4	46,5x33	A	25	24	25	25	25	24	25	25	25	198	99%	136	130	138	145	135	138	133	144	133	132	136	5	173600	337843
		B	25	24	25	25	25	25	25	25	25	199	100%	124	119	131	144	123	133	139	131	123	130	130	7	164243	
2	46,5x30	A	25	25	22	24	25	23	25	25	25	194	97%	156	151	149	150	156	148	151	156	153	159	153	3	198612	394170
		B	25	25	25	24	25	25	23	24	25	196	98%	156	154	150	151	153	152	154	147	154	150	152	3	195557	
2	41,5x30	A	25	25	24	24	25	23	25	25	25	196	98%	166	167	169	164	164	167	167	165	166	168	166	2	213814	432300
		B	25	25	25	24	25	25	23	25	25	197	99%	177	172	162	177	164	175	167	175	177	162	171	6	218485	

Cadência de cada linha

	Cadência	
L1	640 373,84	rolhas/dia
L2	364 986,04	rolhas/dia
L3	315 424,49	rolhas/dia
L4	320 356,73	rolhas/dia

Anexo F - Retificação AGLO

Análise ABC às produções da Retificação AGLO compreendidas entre janeiro de 2020 e março de 2021

Produto	Produção	Produção Acum.	%produção	%acum.	%produtos	% acum Prod							
RE CH_AGL 47X29,5 CF	116 161 293	116 161 293	29%	29%	1,9%	1,9%	RT AGL_RCT 38X23,5 CF	3 256 711	374 538 203	1%	94%	1,9%	50,9%
RT AGL_RA 38X23 CF	33 290 066	149 451 359	8%	38%	1,9%	3,8%	RE CH_AGL 45X29,5 CF	2 855 332	377 393 535	1%	95%	1,9%	52,8%
RE CH_AGL 47X30 CF	27 955 689	177 407 048	7%	45%	1,9%	5,7%	RT AGL_RA 44X23,5 CF	2 674 363	380 067 898	1%	96%	1,9%	54,7%
RE CH_AGL 47X28,6 CF	26 119 855	203 526 903	7%	51%	1,9%	7,5%	RT AGL_RA 35X23 CF	2 193 931	382 261 829	1%	96%	1,9%	56,6%
RE CH_AGL 47X29 CF	17 744 765	221 271 668	4%	56%	1,9%	9,4%	RT ADV 44X23,5 CF	2 111 501	384 373 330	1%	97%	1,9%	58,5%
RE CH_AGL 47X28 CF	16 598 864	237 870 532	4%	60%	1,9%	11,3%	RE CH_AGL 48X29,5 CF	1 483 352	385 856 682	0%	97%	1,9%	60,4%
RT AGL_RA 44X23 CF	15 486 368	253 356 900	4%	64%	1,9%	13,2%	RT NEUT 38X23 CF	1 281 865	387 138 547	0%	98%	1,9%	62,3%
RT AGL_RA 33X23 CF	12 273 128	265 630 028	3%	67%	1,9%	15,1%	RT AGL_RA 33X22 CF	1 098 485	388 237 032	0%	98%	1,9%	64,2%
RT AGL_RA 38X23,5 CF	10 467 037	276 097 065	3%	70%	1,9%	17,0%	RT AGL_RA 33X21 CF	1 057 988	389 295 020	0%	98%	1,9%	66,0%
RE CIDRA 40X27	9 808 058	285 905 123	2%	72%	1,9%	18,9%	RE CH_AGL 38X26 CF	1 022 280	390 317 300	0%	98%	1,9%	67,9%
RT ADV 44X23 CF	8 958 983	294 864 106	2%	74%	1,9%	20,8%	RE CH_AGL 44X30 CF	914 874	391 232 174	0%	99%	1,9%	69,8%
RE CH_AGL 45X28 CF	8 953 885	303 817 991	2%	77%	1,9%	22,6%	RT AGL_RA 44X22 CF	858 704	392 090 878	0%	99%	1,9%	71,7%
RE CH_AGL 45X29 CF	7 092 234	310 910 225	2%	78%	1,9%	24,5%	RT AGL_RCT 35X23 CF	858 689	392 949 567	0%	99%	1,9%	73,6%
RE CIDRA 40X27 CF	6 493 074	317 403 299	2%	80%	1,9%	26,4%	RE CH_AGL 47X27 CF	767 147	393 716 714	0%	99%	1,9%	75,5%
RT AGL_RCT 44X23 CF	6 016 323	323 419 622	2%	81%	1,9%	28,3%	RT AGL_RA 33X23,5 CF	564 659	394 281 373	0%	99%	1,9%	77,4%
RT AGL_RA 35X22,5 CF	5 519 392	328 939 014	1%	83%	1,9%	30,2%	RE CH_AGL 46X28,5 CF	555 050	394 836 423	0%	99%	1,9%	79,2%
RT AGL_RA 38X24 CF	5 502 354	334 441 368	1%	84%	1,9%	32,1%	RE CH_AGL 38X25 CF	407 882	395 244 305	0%	100%	1,9%	81,1%
RT AGL_RCT 38X23 CF	5 066 408	339 507 776	1%	86%	1,9%	34,0%	RE CH_AGL 31X28 CF	392 360	395 636 665	0%	100%	1,9%	83,0%
RT AGL_RA 38X22,5 CF	4 276 521	343 784 297	1%	87%	1,9%	35,8%	RE CH_AGL 46X29	277 552	395 914 217	0%	100%	1,9%	84,9%
RT AGL_RA 38X22 CF	4 264 020	348 048 317	1%	88%	1,9%	37,7%	RT ADV 38X23 CF	247 558	396 161 775	0%	100%	1,9%	86,8%
RE CH_AGL 45X27 CF	4 141 659	352 189 976	1%	89%	1,9%	39,6%	RT ADV 44X22,5 CF	183 884	396 345 659	0%	100%	1,9%	88,7%
RT AGL_RCT 44X22 CF	3 958 862	356 148 838	1%	90%	1,9%	41,5%	RT AGL_RA 43X21,5 CF	152 230	396 497 889	0%	100%	1,9%	90,6%
RE CH_AGL 45X30 CF	3 957 886	360 106 724	1%	91%	1,9%	43,4%	RE CH_AGL 45X26 CF	147 321	396 645 210	0%	100%	1,9%	92,5%
RT AGL_RA 35X24 CF	3 897 976	364 004 700	1%	92%	1,9%	45,3%	RE CIDRA 45X29 CF	142 114	396 787 324	0%	100%	1,9%	94,3%
RT AGL_RA 44X24 CF	3 650 636	367 655 336	1%	93%	1,9%	47,2%	RT DEF_AGL_RCT 38X23	60 000	396 847 324	0%	100%	1,9%	96,2%
RT AGL_RCT 33X23 CF	3 626 156	371 281 492	1%	94%	1,9%	49,1%	RE CH_AGL 48X30,5 CF	33 256	396 880 580	0%	100%	1,9%	98,1%
							RE SPARK_ONE 31X27 CF	31 285	396 911 865	0%	100%	1,9%	100,0%
								396 911 865					

Anexo F (continuação)

Medições Retificação AGLO

Linha	calibre	rolhas/min					rolhas/min		rolhas/dia		Cadência (dia=21,5h)	
		1	2	3	4	5	média	Desv.P.	média	Desv.P.		
14	33x23	ponç. Esq	90	86	91	89	90	89	2	181	2	232 974
		ponç. Dirt	89	91	91	94	92	91	2	181	2	232 974
		topejadeira	139	134	132	133	134			134	2	173 376
		chanfradeira	199	212	205	206	208			206	4	265 740
12	33x23	ponç. Esq	86	86	86	84	85	85	1	183	1	235 554
		ponç. Dirt	98	98	97	96	97	97	1	183	1	235 554
		topejadeira	149	147	148	146	147			147	1	190 146
		chanfradeira	192	192	188	192	176			188	6	242 520
4	33x23 DEF	ponçadeira	154	147	151	151	152			151	2	194 790
		topejadeira	140	131	132	134	127			133	4	171 312
		chanfradeira	187	192	190	193	193			191	2	246 390
3	40x27	ponçadeira	150	151	152	149	149			150	1	193 758
		topejadeira	98	98	100	96	99			98	1	126 678
		chanfradeira	154	154	153	159	152			154	2	199 176
11	47x28	ponç. Esq	69	70	69	70	70	70	0	142	1	182 922
		ponç. Dirt	74	71	71	72	73	72	1	142	1	182 922
		topejadeira	130	128	130	129	129			129	1	166 668
		chanfradeira	166	168	171	164	168			167	2	215 946
10	47x28	ponç. Esq	58	56	57	57	57	57	1	117	1	151 446
		ponç. Dirt	61	60	61	60	60	60	0	117	1	151 446
		topejadeira	114	106	113	114	113			112	3	144 480
9	47x28	ponç. Esq	44	44	43	45	43	44	1	103	1	132 612
		ponç. Dirt	59	59	60	57	60	59	1	103	1	132 612
		topejadeira	122	121	121	122	122			122	0	156 864
		chanfradeira	129	137	132	141	146			137	6	176 730
8	47x29,5	ponç. Esq	87	85	87	86	86	86	1	161	1	207 174
		ponç. Dirt	76	75	72	75	74	74	1	161	1	207 174
		topejadeira	121	120	120	119	121			120	1	155 058
		chanfradeira	144	145	143	144	143			144	1	185 502
1	45x29,5	ponçadeira	148	144	146	143	149			146	2	188 340
		top+chanf	143	145	141	142	143			143	1	184 212
2	45x29,5	ponç. Esq	58	53	52	55	50	54	3	119	3	153 768
		ponç. Dirt	70	70	63	62	63	66	4	119	3	153 768
		top+chanf	103	100	99	99	99			100	2	129 000
3	45x29,5	ponçadeira	88	93	99	101	103			97	6	124 872
		topejadeira	100	101	102	102	100			101	1	130 290
		chanfradeira	147	149	147	144	147			147	2	189 372
4	33x23	ponçadeira	154	147	151	151	152			151	2	194 790
		topejadeira	130	128	127	130	130			129	1	166 410
		chanfradeira	167	169	169	168	167			168	1	216 720

5	35x22,5 DEF	ponç. Esq	103	102	101	102	102	102	1	175	1	226 008
		ponç. Dirt	73	74	73	73	73	73	0	175	1	226 008
		topejadeira	121	123	122	124	123			123	1	158 154
		chanfradeira	220	222	217	220	220			220	2	283 542
14	38x23,5	ponç. Esq	85	85	87	86	87	86	1	168	1	216 720
		ponç. Dirt	81	82	82	83	82	82	1	168	1	216 720
		topejadeira	147	145	144	143	144			145	1	186 534
		chanfradeira	202	199	199	200	204			201	2	259 032
14	38x23	ponç. Esq	80	80	80	80	80	80	0	155	0	199 950
		ponç. Dirt	75	75	75	75	75	75	0	155	0	199 950
		topejadeira	144	142	146	150	137			144	4	185 502
		chanfradeira	166	164	166	162	168			165	2	213 108
12	38x23	ponç. Esq	89	88	89	88	87	88	1	194	1	250 260
		ponç. Dirt	104	105	107	106	107	106	1	194	1	250 260
		topejadeira	145	146	143	145	146			145	1	187 050
		chanfradeira	200	201	202	200	199			200	1	258 516
13	44x23	ponç. Esq	78	77	76	76	78	77	1	146	1	188 598
		ponç. Dirt	71	69	68	68	70	69	1	146	1	188 598
		topejadeira	125	127	126	126	129			127	1	163 314
11	47x29,5	ponç. Esq	68	69	68	68	69	68	0	138	1	178 536
		ponç. Dirt	70	71	69	69	71	70	1	138	1	178 536
		topejadeira	128	128	125	127	129			127	1	164 346
		chanfradeira	160	160	159	160	160			160	0	206 142
1	47x30	ponçadeira	127	127	122	124	124			125	2	160 992
		top+chanf	142	143	142	135	137			140	3	180 342
6	47x29,5	ponç. Esq	61	59	61	59	60	60	1	128	1	164 604
		ponç. Dirt	68	67	68	67	68	68	0	128	1	164 604
		topejadeira	120	118	120	120	118			119	1	153 768
		chanfradeira	184	185	183	179	190			184	4	237 618
7	47x29,5	ponç. Esq	50	55	51	53	55	53	2	121	2	155 574
		ponç. Dirt	67	67	68	69	68	68	1	121	2	155 574
		topejadeira	100	100	100	100	100			100	0	129 000
8	47x29,5	ponç. Esq	81	88	84	84	84	84	2	171	2	220 848
		ponç. Dirt	86	87	89	88	85	87	1	171	2	220 848
		topejadeira	126	126	126	126	126			126	0	162 540
		chanfradeira	202	197	199	205	201			201	3	259 032
10	47x29,5	ponç. Esq	65	65	64	65	64	65	0	127	0	164 088
		ponç. Dirt	63	62	62	63	63	63	0	127	0	164 088
		topejadeira	106	105	105	106	105			105	0	135 966
9	47x29,5	ponç. Esq	60	60	61	60	61	60	0	129	1	166 926
		ponç. Dirt	69	69	69	68	70	69	1	129	1	166 926
		topejadeira	127	127	128	129	126			127	1	164 346
		chanfradeira	190	188	187	192	189			189	2	244 068
1	45x30	ponçadeira	146	148	146	147	147			147	1	189 372
		top+chanf	143	134	137	142	134			138	4	178 020

Anexo F (continuação)

2	45x30	ponç. Esq	67	67	66	65	67	66	1	138	1	178 536
		ponç. Dirt	72	72	70	72	74	72	1	103	0	133 386
		top+chanf	103	103	104	104	103			103	0	
3	47x30	ponçadeira	108	108	108	110	108			108	1	139 836
		topejadeira	96	96	99	96	95			96	2	124 356
		chanfradeira	186	191	188	187	188			188	2	242 520
2	47x30	ponç. Esq	65	66	64	64	66	65	1	134	1	172 860
		ponç. Dirt	70	68	70	68	69	69	1	101	0	129 774
		top+chanf	101	100	101	100	101			101	0	
14	44x23	ponç. Esq	71	73	72	72	71	72	1	141	1	182 406
		ponç. Dirt	69	70	69	70	70	70	0	128	1	164 862
		topejadeira	129	126	127	128	129			128	1	
		chanfradeira	178	179	178	178	177			178	1	229 620
12	44x23	ponç. Esq	67	68	68	69	68	68	1	152	1	196 596
		ponç. Dirt	84	84	87	85	82	84	2	123	2	158 928
		topejadeira	120	123	123	125	125			193	2	248 970
		chanfradeira	191	196	194	191	193			193	2	
4	44x23	ponçadeira	106	110	109	108	109			108	1	139 836
		topejadeira	131	131	133	131	131			131	1	169 506
		chanfradeira	165	170	167	168	168			168	2	216 204
6	47x30	ponç. Esq	53	54	53	54	52	53	1	119	1	152 994
		ponç. Dirt	66	65	65	66	65	65	0	118	1	152 220
		topejadeira	118	118	118	120	116			173	2	222 912
		chanfradeira	171	175	171	176	171			173	2	
7	47x30	ponç. Esq	59	59	58	59	60	59	1	117	1	151 188
		ponç. Dirt	61	57	56	58	59	58	2	134	0	172 860
		topejadeira	134	134	134	134	134			134	0	
8	47x30	ponç. Esq	90	86	88	88	90	88	1	165	1	213 366
		ponç. Dirt	77	77	76	78	77	77	1	128	0	165 636
		topejadeira	128	129	128	128	129			206	3	265 740
		chanfradeira	211	205	204	204	206			206	3	
5	38x23	ponç. Esq	72	73	73	72	73	73	0	148	0	191 178
		ponç. Dirt	75	76	76	76	75	76	0	128	1	164 862
		topejadeira	129	127	128	128	127			182	2	234 522
		chanfradeira	184	182	179	184	180			182	2	
1	47x29,5	ponçadeira	127	125	125	124	123			125	1	160 992
		top+chanf	162	143	153	153	155			153	6	197 628
2	47x29,5	ponç. Esq	64	65	66	66	64	65	1	137	1	176 730
		ponç. Dirt	72	72	73	71	72	72	1	96	2	124 356
		top+chanf	95	98	93	99	97			96	2	
12	38x23,5	ponç. Esq	84	83	83	84	83	83	0	177	0	228 330
		ponç. Dirt	94	93	94	94	93	94	0	133	0	172 086
		topejadeira	134	133	134	133	133			133	0	
		chanfradeira	170	170	169	170	172			170	1	219 558

13	38x23	ponç. Esq	82	81	81	83	80	81	1	162	1	208 722
		ponç. Dirt	80	81	80	82	79	80	1	154	1	198 660
		topejadeira	152	154	154	154	156			139	0	179 826
5	44x23	ponç. Esq	66	65	64	64	66	65	1	123	1	158 670
		ponç. Dirt	58	58	58	58	58	58	0	117	2	151 446
		topejadeira	114	118	118	118	119			222	4	286 380
3	47x29,5	ponçadeira	110	112	112	110	111			111	1	143 190
		topejadeira	108	110	107	108	108			108	1	139 578
		chanfradeira	154	161	156	155	151			155	4	200 466

Anexo F (continuação)

Cálculo da capacidade da Retificação AGLO

CH	47x29,5	47x30	47x28	40x27	
L1	160992	L1 160992	L1	L1	
L2	124356	L2 129774	L2	L2	
L3	142824	L3 124356	L3	L3 126678	
L6	153768	L6 152220	L6	L6	
L7	129000	L7 151188	L7	L7	
L8	162540	L8 165636	L8	L8	
L9	164346	L9	L9 132612	L9	
L10	135966	L10	L10 144480	L10	
L11	164346	L11	L11 166668	L11	
Cadência média	148682	147361	147920	126678	Total
Produção anual	116 161 293	27 955 689	16 598 864	9 808 058	170 523 904
%	68%	16%	10%	6%	100%

vinho	38x23,5	33x23	38x23	44x23	
L4		L4 DEF 171312	L4	L4 139836	
L5		L4 166410	L5 164862	L5 154968	
L12	172086	L12 190146	L12 185502	L12 158928	
L13		L13	L13 179826	L13 163314	
L14	186534	L14 173376	L14 185502	L14 164862	
Cadência média	179310	175311	176730	156382	Total
Produção anual	10 467 037	12 273 128	33 290 066	24 445 351	80 475 582
%	13%	15%	41%	30%	100%

Cadência diária média de uma máq CH	Cadência diária média de uma máq Vinho
147126	170668

Anexo G - Lavação AGLO

Duração dos programas da lavação

Programa	(min/lavação)						
	Máq 1	Máq 2	Máq 3	Máq 4	Máq 5	Máq 6	Máq 7
CL2000	128,67	135,22	126,75	-	-	-	-
CLO	57,55	72,55	62,42	-	72,53	-	-
Clear	98,33	108,00	102,92	-	-	-	-
HTC	-	-	-	89,25	-	72,33	99,08

10 min materiais

tempo x3 pq são precisas 3lav para 1 silo

Cálculo dos tempos de descarregamento

Programa	(min/d Descarregamento)						
	Máq 1	Máq 2	Máq 3	Máq 4	Máq 5	Máq 6	Máq 7
vinho	15,21	14,91	9,10	4,85	-	4,69	9,98
CH	16,63	15,06	9,87	-	16,39	-	9,52

%	Máq 1	Máq 2	Máq 3	Máq 4	Máq 5	Máq 6	Máq 7
Vinho	79,13%	58,36%	78,74%	100%	-	100%	91,14%
CH	20,87%	41,64%	21,26%	-	100%	-	8,86%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tempo médio descarregamento	(min/d Descarregamento)						
	Máq 1	Máq 2	Máq 3	Máq 4	Máq 5	Máq 6	Máq 7
	15,50	14,97	9,26	4,85	16,39	4,69	9,94

Medições dos tempos de descarregamento

Máq	calibre	Tipo rolha	Tempo	Tempo min
1	47x29,5	CH	16min48s	16,80
1	47x29,5	CH	16min20s	16,33
1	47x29,5	CH	16min46s	16,77
1	33x23	vinho	14min35s	14,58
1	38x23	vinho	16min18s	16,30
1	38x23	vinho	14min44s	14,73
2	47x28	CH	15min24s	15,40
2	47x28,6	CH	15min08s	15,13
2	47x28	CH	14min39s	14,65
2	33x23	vinho	14min49s	14,82
2	38x23	vinho	14min37s	14,62
2	44x23	vinho	15min18s	15,30
3	38x23	vinho	8min49s	8,82
3	38x23,5	vinho	9min35s	9,58
3	38x23,5	vinho	8min54s	8,90
3	45x29	CH	9min55s	9,92
3	47x29,5	CH	9min59s	9,98
3	47x30	CH	9min42s	9,70
4	38x23	vinho	4min59s	4,98
4	38x24	vinho	4min43s	4,72
4	38x23	vinho	4min51s	4,85
5	45x29	CH	16min45s	16,75
5	47x29,5	CH	15min45s	15,75
5	47x30	CH	16min40s	16,67
6	44x23	vinho	4min50s	4,83
6	38x23	vinho	4min23s	4,38
6	38x24	vinho	4min51s	4,85
7	47x30	CH	9min31s	9,52
7	45x29	CH	9min20s	9,33
7	47x29,5	CH	9min42s	9,70
7	38x23	vinho	10min00s	10,00
7	38x23	vinho	10min10s	10,17
7	44x23	vinho	9min47s	9,78

Anexo G (continuação)

Mix de tipos de lavações

Tipo Lavação	Produção (unid)						
	01	02	03	04	05	06	07
CL2000	43555123	62806093	37608565	0	164895	0	164830
CLO	31857309	58912470	31971834	920775	122415450	381657	9843414
Clear	78842267	17788639	84032645	0	304702	0	1214950
HTC	0	0	0	43828517	0	35834790	99959296
Total	154254699	139507202	153613044	44749292	122885047	36216447	111182490

Tipo Lavação	Produção (%)						
	01	02	03	04	05	06	07
CL2000	28%	45%	24%	0%	0%	0%	0%
CLO	21%	42%	21%	2%	100%	1%	9%
Clear	51%	13%	55%	0%	0%	0%	1%
HTC	0%	0%	0%	98%	0%	99%	90%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Cálculo da capacidade da Lavação

	Q médio/silo	
vinho	60000	rolhas/silo
CH	40000	rolhas/silo

22h/dia

Programa	Máq 1	Máq 2	Máq 3	Máq 4	Máq 5	Máq 6	Máq 7	
Tempo médio	123,98	130,26	119,59	104,10	98,64	87,02	119,02	min/silo
Nº lav/dia	11	10	11	13	13	15	11	Lav/dia
Capacidade diária	614090	516718	613235	260000	520000	300000	640510	rolhas/dia

Cadência Total	3464554	rolhas/dia
-----------------------	----------------	------------

Anexo H - Escolha Eletrônica AGLO

Duração dos programas da lavação

MaterialName	Produções	Produção Acum.	%produção	%acum.	%produtos	% acum Prod							
RE CH_AGL 47X29,5 CF CLO ESC	15 838 487	15 838 487	16%	16%	1,6%	1,6%	RT AGL_RA 44X22 CF CLEAR ESC	636 084	94 635 589	1%	93%	1,6%	52,4%
RT ADV 38X23 CF NATURE ESC	14 759 921	30 598 408	14%	30%	1,6%	3,2%	RE CH_AGL 45X29,5 CF CLO ESC	535 295	95 170 884	1%	93%	1,6%	54,0%
RT ADV 44X23 CF NATURE ESC	11 181 899	41 780 307	11%	41%	1,6%	4,8%	RT AGL_RA 35X24 CF CLEAR ESC	500 163	95 671 047	0%	94%	1,6%	55,6%
RT ADV 44X23 CF CLEAR ESC	4 292 525	46 072 832	4%	45%	1,6%	6,3%	RE CH_AGL 40X27 CF CLO ESC	492 996	96 164 043	0%	94%	1,6%	57,1%
RT AGL_RCT 38X23 CF CL2 ESC	4 149 901	50 222 733	4%	49%	1,6%	7,9%	RE CH_AGL 47X29 CF CLO ESC	469 531	96 633 574	0%	95%	1,6%	58,7%
RT AGL_RA 38X24 CF CLEAR ESC	3 962 079	54 184 812	4%	53%	1,6%	9,5%	RT AGL_RA 38X22,5 CF CL2 ESC	454 646	97 088 220	0%	95%	1,6%	60,3%
RT AGL_RA 38X23 CF CL2 ESC	3 602 027	57 786 839	4%	57%	1,6%	11,1%	RT NEUT 44X24 CF CLEAR ESC	443 660	97 531 880	0%	96%	1,6%	61,9%
RT ADV 44X23,5 CF NATURE ESC	2 543 611	60 330 450	2%	59%	1,6%	12,7%	RT AGL_RA 44X24 CF CLEAR ESC	403 121	97 935 001	0%	96%	1,6%	63,5%
RE CH_AGL 47X28 CF CLO ESC	2 333 678	62 664 128	2%	61%	1,6%	14,3%	RE CH_AGL 44X30 CF CLO ESC	378 210	98 313 211	0%	96%	1,6%	65,1%
RT AGL_RA 44X23 CF CLEAR ESC	2 273 690	64 937 818	2%	64%	1,6%	15,9%	RT AGL_RCT 44X22 CF CLEAR ESC	374 675	98 687 886	0%	97%	1,6%	66,7%
RE CH_AGL 47X30 CF CLO ESC	2 215 003	67 152 821	2%	66%	1,6%	17,5%	RT AGL_RCT 35X23 CF CL2 ESC	354 278	99 042 164	0%	97%	1,6%	68,3%
RT AGL_RA 38X23,5 CF CL2 ESC	2 174 634	69 327 455	2%	68%	1,6%	19,0%	RT AGL_RCT 38X23 CF CLEAR ESC	339 269	99 381 433	0%	97%	1,6%	69,8%
RT NEUT 38X24 CF CLEAR ESC	2 072 543	71 399 998	2%	70%	1,6%	20,6%	RT AGL_RCT 44X23 CF CLEAR ESC	323 115	99 704 548	0%	98%	1,6%	71,4%
RE CIDRA 40X27 CF CLO ESC	1 954 120	73 354 118	2%	72%	1,6%	22,2%	RT AGL_RA 38X24,5 CF CLEAR ESC	318 520	100 023 068	0%	98%	1,6%	73,0%
RT TT 38X23 CF CL2 ESC	1 945 018	75 299 136	2%	74%	1,6%	23,8%	RT AGL_RA 38X24 CF CLO ESC	271 455	100 294 523	0%	98%	1,6%	74,6%
RT AGL_RA 33X23 CF CL2 ESC	1 846 020	77 145 156	2%	76%	1,6%	25,4%	RE CH_AGL 45X28 CF CLO ESC	237 116	100 531 639	0%	98%	1,6%	76,2%
RT AGL_RA 38X24 CF CL2 ESC	1 680 728	78 825 884	2%	77%	1,6%	27,0%	RT AGL_RCT 44X22 CF CL2 ESC	179 997	100 711 636	0%	99%	1,6%	77,8%
RE CH_AGL 45X29 CF CLO ESC	1 351 606	80 177 490	1%	79%	1,6%	28,6%	RE CH_AGL 38X26 CF CLEAR ESC	173 038	100 884 674	0%	99%	1,6%	79,4%
RT ADV_FMC 44X24 CF CLEAR ESC	1 346 862	81 524 352	1%	80%	1,6%	30,2%	RT AGL_RA 35X23 CF CL2 ESC	156 645	101 041 319	0%	99%	1,6%	81,0%
RT AGL_RA 44X23 CF CL2 ESC	1 270 464	82 794 816	1%	81%	1,6%	31,7%	RE CH_AGL 46X28,5 CF CLO ESC	142 081	101 183 400	0%	99%	1,6%	82,5%
RE CH_AGL 45X30 CF CLO ESC	1 215 085	84 009 901	1%	82%	1,6%	33,3%	RT ADV 38X23 CF CLEAR ESC	134 368	101 317 768	0%	99%	1,6%	84,1%
RT AGL_RA 35X22,5 CF CL2 ESC	1 173 187	85 183 088	1%	83%	1,6%	34,9%	RT AGL_RCT 38X23,5 CF CLEAR ESC	123 955	101 441 723	0%	99%	1,6%	85,7%
RT AGL_RA 38X22 CF CLEAR ESC	1 060 306	86 243 394	1%	84%	1,6%	36,5%	RT AGL_RA 44X23,5 CF CL2 ESC	116 482	101 558 205	0%	99%	1,6%	87,3%
RE CH_AGL 45X27 CF CLO ESC	989 903	87 233 297	1%	85%	1,6%	38,1%	RT AGL_RCT 44X23 CF CLO ESC	110 550	101 668 755	0%	100%	1,6%	88,9%
RT ADV 44X24 CF CLEAR ESC	982 453	88 215 750	1%	86%	1,6%	39,7%	RT ADV 38X24 CF CLEAR ESC	97 988	101 766 743	0%	100%	1,6%	90,5%
RT AGL_RA 38X23 CF CLEAR ESC	962 647	89 178 397	1%	87%	1,6%	41,3%	RE CH_AGL 38X25 CF CLEAR ESC	94 322	101 861 065	0%	100%	1,6%	92,1%
RE CH_AGL 47X28,6 CF CLO ESC	929 945	90 108 342	1%	88%	1,6%	42,9%	RE CH_AGL 47X27 CF CLO ESC	86 153	101 947 218	0%	100%	1,6%	93,7%
RT AGL_RCT 44X23 CF CL2 ESC	908 121	91 016 463	1%	89%	1,6%	44,4%	RT AGL_RA 35X22,5 CF CLEAR ESC	73 442	102 020 660	0%	100%	1,6%	95,2%
RT AGL_RCT 38X23,5 CF CL2 ESC	854 517	91 870 980	1%	90%	1,6%	46,0%	RT AGL_RA 44X23,5 CF CLEAR ESC	55 084	102 075 744	0%	100%	1,6%	96,8%
RT ADV_FCP 44X24 CF CLEAR ESC	763 762	92 634 742	1%	91%	1,6%	47,6%	RE CH_AGL 38X25 CF CLO ESC	31 454	102 107 198	0%	100%	1,6%	98,4%
RT AGL_RA 38X22,5 CF CLEAR ESC	704 201	93 338 943	1%	91%	1,6%	49,2%	RT AGL_RA 44X23 CF CLO ESC	10 407	102 117 605	0%	100%	1,6%	100,0%
RE CIDRA 40X27 CF CLEAR ESC	660 562	93 999 505	1%	92%	1,6%	50,8%							
							Total	102 117 605					

Anexo H (continuação)

Medições Escolha Eletrônica AGLO

Linha	Calibre	rolhas/min					rolhas/dia		Cadência (dia=22,5h)
		1	2	3	4	5	média	Desv.P.	
1	38x23,5	206	204	203	204	206	205	1	282348
1	33x23	204	205	206	206	204	205	1	276750
1	38x23	208	207	210	208	209	208	1	287592
2	44x23	210	213	212	214	213	212	2	293112
2	38x24	207	205	208	208	209	207	2	279990
2	38x23	209	209	209	209	209	209	0	282150
3	44x23	190	187	196	206	199	196	8	264060
3	38x23	200	199	195	207	200	200	4	270270
4	44x23	207	197	217	204	195	204	9	275400
4	38x24	212	210	212	212	210	211	1	291456
4	38x23	204	207	207	207	204	206	2	284004
4	44x24	209	208	209	208	208	208	1	287592
5	44x23	205	210	210	208	210	209	2	281610
5	38x23,5	207	206	208	210	209	208	2	287040
5	38x23	207	210	207	212	209	209	2	288420
5	38x24	211	211	213	213	212	212	1	292560
5	44x24	211	211	212	211	211	211	0	291456
6	44x23	205	206	207	207	206	206	1	278370
6	38x23	204	207	209	212	207	208	3	286764
6	44x24	209	206	209	208	213	209	3	288420
6	38x24	209	212	209	208	210	210	2	289248
6	44x23,5	209	209	207	209	209	209	1	287868
7	44x24	204	208	207	206	209	207	2	279180
7	44x23	208	206	204	208	209	207	2	279450
7	44x23,5	208	210	211	209	209	209	1	288972
8	38x24	170	170	178	167	169	171	4	230580

8	38x23	170	175	167	169	168	170	3	234324
8	44x23	172	171	172	172	171	172	1	236808
9	44x23	205	204	201	207	207	205	2	276480
9	38x24	209	210	211	210	210	210	1	289800
9	38x23	208	198	209	202	202	204	5	281244
9	38x23,5	200	202	202	193	206	201	5	276828
10	44x24	210	211	209	212	208	210	2	289800
10	44x23	206	197	206	188	197	199	8	268380
10	38x23,5	200	209	212	210	202	207	5	285108
10	38x23	208	208	209	210	209	209	1	288144
11	47x30	188	194	196	192	195	193	3	260550
11	47x28	194	196	207	197	199	199	5	274068
11	40x27	196	204	198	200	199	199	3	275172
12	47x30	205	196	208	198	205	202	5	273240
12	47x29,5	209	206	206	205	206	206	2	284832
12	47x28	212	201	209	196	200	204	7	280968
12	45x29	208	210	209	209	209	209	1	288420
13	47x30	207	206	210	204	208	207	2	279450
13	47x29,5	206	206	207	208	208	207	1	279450
13	47x28	211	208	212	212	211	211	2	290904
13	45x29	202	210	209	199	213	207	6	285108
14	47x30	211	209	213	210	212	211	2	291180
14	47x29,5	207	208	208	208	206	207	1	279990
15	47x30	206	199	205	203	208	204	3	275670
15	47x29,5	213	212	210	211	213	212	1	292284

Anexo H (continuação)

Cálculo da Capacidade da Escolha Eletrônica AGLO

CH	47x29,5	47x28	47x30	40x27	45x29		
L11		L11 274068	L11 260550	L11 275172	L11		
L12	284832	L12 280968	L12 273240		L12 288420		
L13	279450	L13 290904	L13 279450		L13 285108		
L14	279990	L14	L14 291180		L14		
L15	292284	L15	L15 275670		L15		
Cadência média	284139	281980	276018	275172	286764	Total	
Produção anual	15 838 487	2 333 678	2 215 003	1 954 120	1 351 606	23 692 894	
%	67%	10%	9%	8%	6%	100%	

Vinho	38x23	44x23	38x24	44x23,5	38x23,5	33x23	44x24		
L1	287592	L1	L1	L1	L1 282348	L1 276750	L1		
L2	282150	L2 293112	L2 279990	L3	L3	L3	L3		
L3	270270	L3 264060	L3	L3	L3	L3	L3		
L4	284004	L4 275400	L4 291456	L4	L4	L4	L4 287592		
L5	288420	L5 281610	L5 292560	L5	L5 287040	L5	L5 291456		
L6	286764	L6 278370	L6 289248	L6 287868	L6	L6	L6 288420		
L7		L7 279450	L7	L7 288972	L7	L7	L7 279180		
L8	234324	L8 236808	L8 230580	L8	L8	L8	L8		
L9	281244	L9 276480	L9 289800	L9	L9 276828	L9	L9		
L10	288144	L10 268380	L10	L10	L10 285108	L10	L10 289800		
Cadência média	278101	272630	278939	288420	282831	276750	287290	Total	
Produção anual	24 456 867	19 018 578	7 715 350	2 543 611	2 174 634	1 846 020	1 346 862	59 101 922	
%	41%	32%	13%	4%	4%	3%	2%	100%	

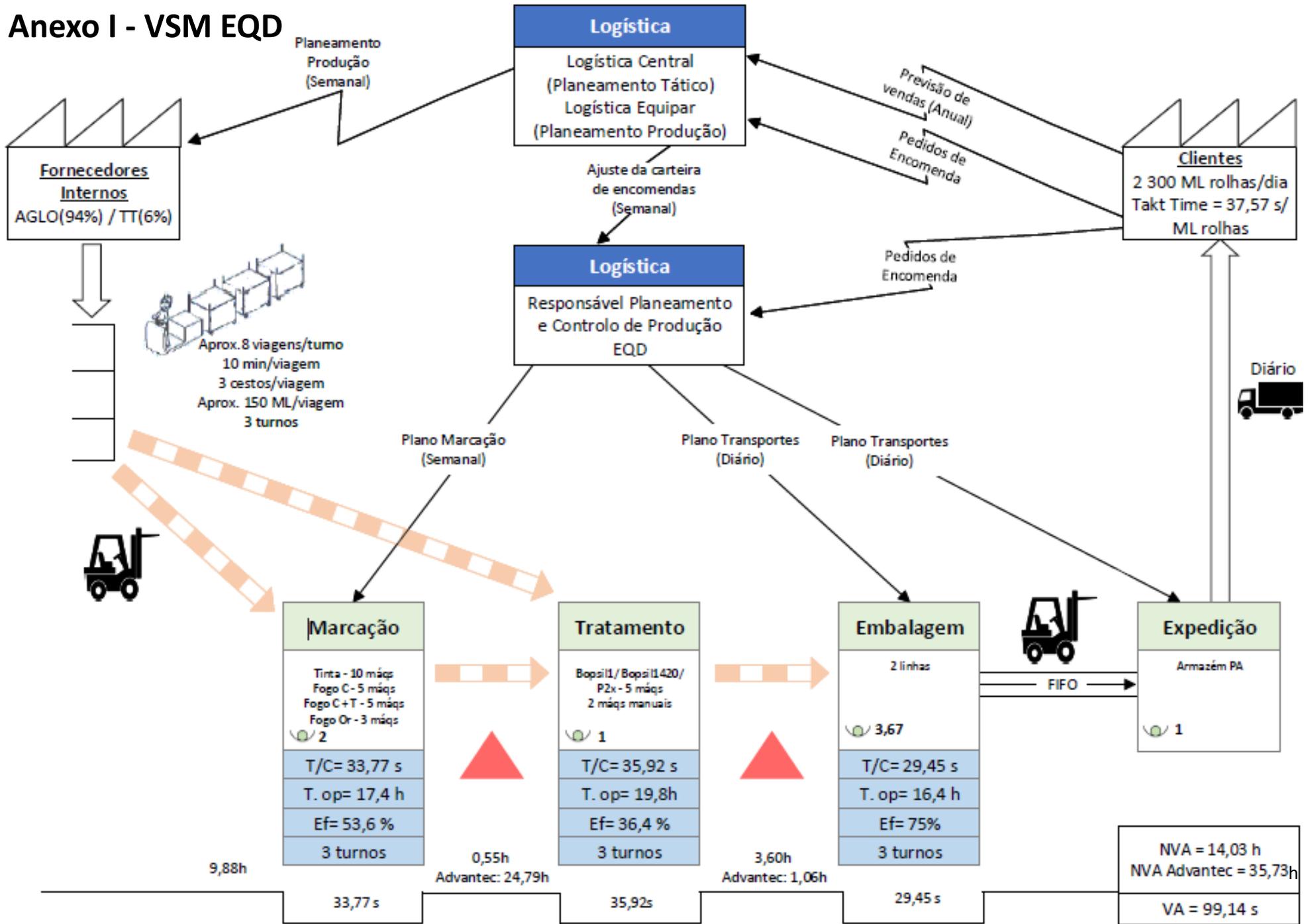
**Cadência
diária
média de
uma máq
CH**

282577

**Cadência
diária
média de
uma máq
Vinho**

277235

Anexo I - VSM EQD



Anexo K - Horas de trabalho efetivo Extrusão+Moldação (1jan-31mar)

		Extrusão				Moldação	
		1	2	3	4	1	2
semana 1	4	17	17	17	17	19	19
	5	24	24	24	24	24	24
	6	24	24	24	24	24	24
	7	24	24	12	24	24	24
semana 2	8	16	16	0	16	12	12
	11	17	17	17	17	19	19
	12	24	24	24	24	24	24
	13	24	24	24	24	24	24
semana 3	14	24	0	24	24	24	24
	15	16	0	16	16	12	12
	18	17	17	17	17	19	19
	19	24	24	24	24	24	24
semana 4	20	24	24	24	24	24	24
	21	24	24	24	0	24	24
	22	16	16	16	0	12	12
	25	17	17	17	17	19	19
semana 5	26	24	24	24	24	24	24
	27	24	24	24	24	24	24
	28	24	12	24	24	24	24
	29	16	0	16	16	12	12
semana 6	1	17	17	17	17	19	19
	2	24	24	24	24	24	24
	3	24	24	24	24	24	24
	4	24	24	24	24	24	24
semana 7	5	16	16	16	16	12	12
	8	17	17	17	17	19	19
	9	24	24	24	24	24	24
	10	24	24	24	24	24	24
semana 8	11	24	24	24	24	24	24
	12	0	0	16	16	12	12
	15	17	17	17	17	19	19
	16	24	24	24	24	24	24
semana 9	17	24	24	24	24	24	24
	18	24	24	24	24	24	24
	19	24	24	24	24	24	24
	20	16	16	16	16	12	12
semana 10	22	17	17	17	17	19	19
	23	24	24	24	24	24	24
	24	24	24	24	24	24	24
	25	24	24	24	24	24	24
semana 11	26	0	0	16	16	12	12
	1	17	17	17	17	19	19
	2	24	24	24	24	24	24
	3	24	24	24	24	24	24
semana 12	4	24	24	24	24	24	24
	5	16	16	16	16	12	12
	8	17	17	17	17	19	19
	9	24	24	24	24	24	24
semana 13	10	24	24	24	24	24	24
	11	24	24	24	24	24	24
	12	0	0	16	16	12	12
	13	0	0	16	16	12	12

semana 7	15	17	17	17	17	19	19
	16	24	24	24	24	24	24
	17	24	24	24	24	24	24
	18	24	24	24	24	24	24
semana 8	19	16	16	16	16	12	12
	22	17	0	17	17	19	19
	23	24	17	24	24	24	24
	24	24	24	24	24	24	24
semana 9	25	24	24	24	24	24	24
	26	0	0	16	16	12	12
	1	17	17	17	17	19	19
	2	24	24	24	24	24	24
semana 10	3	24	24	24	24	24	24
	4	24	24	24	24	24	24
	5	16	16	16	16	12	12
	8	17	17	17	17	19	19
semana 11	9	24	24	24	24	24	24
	10	24	24	24	24	24	24
	11	24	0	24	24	24	24
	12	16	0	16	16	12	12
semana 12	15	0	17	17	17	19	19
	16	0	24	24	24	24	24
	17	0	24	24	24	24	24
	18	0	16	16	16	12	12
semana 13	19	0	17	17	17	19	19
	22	0	24	24	24	24	24
	23	0	24	24	24	24	24
	24	0	24	24	24	24	24
semana 14	25	0	16	24	24	24	24
	26	0	0	16	16	12	12
	29	0	17	17	17	19	19
	30	0	24	24	24	24	24
Total h	31	0	24	24	24	24	24
		1018	1115	1297	1285	1303	1303
Total h médio		1220,17 h					

 Corpos para outras fábricas

	Extrusão				Moldação	
	1	2	3	4	1	2
Média h/dia	16,2	17,7	20,6	20,4	20,7	20,7
	18,7				20,7	

Anexo L - Iterações da Simulação do abastecimento da Retificação

Abastecimento Prioritário 1

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	175	5 100	2,08	2448	-2
2	CH	175	5 100	2,27	2243	-207
3	CH	175	5 100	1,88	2706	256
4	Vinho	175	15 150	2,04	7431	4 981
5	Vinho	175	15 150	2,29	6614	4 164
6	CH	175	5 100	2,10	2423	-27
7	CH	175	5 100	2,00	2545	95
8	CH	175	5 100	2,83	1802	-648
9	CH	175	5 100	2,09	2435	-15
10	CH	175	5 100	2,10	2434	-16
11	CH	175	5 100	2,31	2209	-241
12	Vinho	175	15 150	2,93	5177	2 727
13	Vinho	175	15 150	2,59	5855	3 405
14	Vinho	175	15 150	2,58	5871	3 421
Total		2 450	121 650			

Abastecimento Prioritário L1,2,6,8,9,10,11

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	175	5 100	2,08	2448	1223
2	CH	175	5 100	2,27	2243	1018
3	CH	0	0	1,88	256	-969
4	Vinho	0	0	2,04	4981	3 756
5	Vinho	0	0	2,29	4164	2 939
6	CH	175	5 100	2,10	2423	1198
7	CH	0	0	2,00	95	-1130
8	CH	175	5 100	2,83	1802	577
9	CH	175	5 100	2,09	2435	1210
10	CH	175	5 100	2,10	2434	1209
11	CH	175	5 100	2,31	2209	984
12	Vinho	0	0	2,93	2727	1502
13	Vinho	0	0	2,59	3405	2 180
14	Vinho	0	0	2,58	3421	2 196
Total		1 225	35 700			

Abastecimento Prioritário L3,7

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1223	873
2	CH	0	0	2,27	1018	668
3	CH	175	5 100	1,88	2706	2 356
4	Vinho	0	0	2,04	3756	3 406
5	Vinho	0	0	2,29	2939	2 589
6	CH	0	0	2,10	1198	848
7	CH	175	5 100	2,00	2545	2 195
8	CH	0	0	2,83	577	227
9	CH	0	0	2,09	1210	860
10	CH	0	0	2,10	1209	859
11	CH	0	0	2,31	984	634
12	Vinho	0	0	2,93	1502	1152
13	Vinho	0	0	2,59	2180	1830
14	Vinho	0	0	2,58	2196	1846
Total		350	10 200			

Abastecimento L8

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	873	598
2	CH	0	0	2,27	668	393
3	CH	0	0	1,88	2356	2 081
4	Vinho	0	0	2,04	3406	3 131
5	Vinho	0	0	2,29	2589	2 314
6	CH	0	0	2,10	848	573
7	CH	0	0	2,00	2195	1920
8	CH	275	8 500	2,83	3229	2 954
9	CH	0	0	2,09	860	585
10	CH	0	0	2,10	859	584
11	CH	0	0	2,31	634	359
12	Vinho	0	0	2,93	1152	877
13	Vinho	0	0	2,59	1830	1555
14	Vinho	0	0	2,58	1846	1571
Total		275	8 500			

Abastecimento L11

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	598	323
2	CH	0	0	2,27	393	118
3	CH	0	0	1,88	2081	1806
4	Vinho	0	0	2,04	3131	2 856
5	Vinho	0	0	2,29	2314	2 039
6	CH	0	0	2,10	573	298
7	CH	0	0	2,00	1920	1645
8	CH	0	0	2,83	2954	2 679
9	CH	0	0	2,09	585	310
10	CH	0	0	2,10	584	309
11	CH	275	8 500	2,31	4041	3 766
12	Vinho	0	0	2,93	877	602
13	Vinho	0	0	2,59	1555	1280
14	Vinho	0	0	2,58	1571	1296
Total		275	8 500			

Abastecimento L2

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	323	48
2	CH	275	8 500	2,27	3856	3 581
3	CH	0	0	1,88	1806	1531
4	Vinho	0	0	2,04	2856	2 581
5	Vinho	0	0	2,29	2039	1764
6	CH	0	0	2,10	298	23
7	CH	0	0	2,00	1645	1370
8	CH	0	0	2,83	2679	2 404
9	CH	0	0	2,09	310	35
10	CH	0	0	2,10	309	34
11	CH	0	0	2,31	3766	3 491
12	Vinho	0	0	2,93	602	327
13	Vinho	0	0	2,59	1280	1005
14	Vinho	0	0	2,58	1296	1021
Total		275	8 500			

Anexo L (continuação)

Abastecimento L6

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	48	-227
2	CH	0	0	2,27	3581	3 306
3	CH	0	0	1,88	1531	1 256
4	Vinho	0	0	2,04	2581	2 306
5	Vinho	0	0	2,29	1764	1 489
6	CH	275	8 500	2,10	4062	3 787
7	CH	0	0	2,00	1370	1 095
8	CH	0	0	2,83	2404	2 129
9	CH	0	0	2,09	35	-240
10	CH	0	0	2,10	34	-241
11	CH	0	0	2,31	3491	3 216
12	Vinho	0	0	2,93	327	52
13	Vinho	0	0	2,59	1005	730
14	Vinho	0	0	2,58	1021	746
Total		275	8 500			

Abastecimento Prioritário L1,L9,10

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	175	5 100	2,08	2448	1923
2	CH	0	0	2,27	3306	2 781
3	CH	0	0	1,88	1256	731
4	Vinho	0	0	2,04	2306	1 781
5	Vinho	0	0	2,29	1489	964
6	CH	0	0	2,10	3787	3 262
7	CH	0	0	2,00	1095	570
8	CH	0	0	2,83	2129	1 604
9	CH	175	5 100	2,09	2435	1 910
10	CH	175	5 100	2,10	2434	1 909
11	CH	0	0	2,31	3216	2 691
12	Vinho	0	0	2,93	52	-473
13	Vinho	0	0	2,59	730	205
14	Vinho	0	0	2,58	746	221
Total		525	15 300			

Abastecimento Prioritário L12

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1923	1 748
2	CH	0	0	2,27	2781	2 606
3	CH	0	0	1,88	731	556
4	Vinho	0	0	2,04	1781	1 606
5	Vinho	0	0	2,29	964	789
6	CH	0	0	2,10	3262	3 087
7	CH	0	0	2,00	570	395
8	CH	0	0	2,83	1604	1 429
9	CH	0	0	2,09	1910	1 735
10	CH	0	0	2,10	1909	1 734
11	CH	0	0	2,31	2691	2 516
12	Vinho	175	15 150	2,93	5177	5 002
13	Vinho	0	0	2,59	205	30
14	Vinho	0	0	2,58	221	46
Total		175	15 150			

Abastecimento L13

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1748	1 473
2	CH	0	0	2,27	2606	2 331
3	CH	0	0	1,88	556	281
4	Vinho	0	0	2,04	1606	1 331
5	Vinho	0	0	2,29	789	514
6	CH	0	0	2,10	3087	2 812
7	CH	0	0	2,00	395	120
8	CH	0	0	2,83	1429	1 154
9	CH	0	0	2,09	1735	1 460
10	CH	0	0	2,10	1734	1 459
11	CH	0	0	2,31	2516	2 241
12	Vinho	0	0	2,93	5002	4 727
13	Vinho	275	25 250	2,59	9790	9 515
14	Vinho	0	0	2,58	46	-229
Total		275	25 250			

Abastecimento Prioritário L14

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1473	1 298
2	CH	0	0	2,27	2331	2 156
3	CH	0	0	1,88	281	106
4	Vinho	0	0	2,04	1331	1 156
5	Vinho	0	0	2,29	514	339
6	CH	0	0	2,10	2812	2 637
7	CH	0	0	2,00	120	-55
8	CH	0	0	2,83	1154	979
9	CH	0	0	2,09	1460	1 285
10	CH	0	0	2,10	1459	1 284
11	CH	0	0	2,31	2241	2 066
12	Vinho	0	0	2,93	4727	4 552
13	Vinho	0	0	2,59	9515	9 340
14	Vinho	175	15 150	2,58	5871	5 696
Total		175	15 150			

Abastecimento Prioritário L7

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1298	1 123
2	CH	0	0	2,27	2156	1 981
3	CH	0	0	1,88	106	-69
4	Vinho	0	0	2,04	1156	981
5	Vinho	0	0	2,29	339	164
6	CH	0	0	2,10	2637	2 462
7	CH	175	5 100	2,00	2545	2 370
8	CH	0	0	2,83	979	804
9	CH	0	0	2,09	1285	1 110
10	CH	0	0	2,10	1284	1 109
11	CH	0	0	2,31	2066	1 891
12	Vinho	0	0	2,93	4552	4 377
13	Vinho	0	0	2,59	9340	9 165
14	Vinho	0	0	2,58	5696	5 521
Total		175	5 100			

Anexo L (continuação)

Abastecimento Prioritário L3

Linha	Tipo	Tempo	Quantidade	Capacidade	T.Produção	Diferença
	Rolha	(s)	(rolhas)	(rolhas/s)	(s)	(s)
1	CH	0	0	2,08	1123	948
2	CH	0	0	2,27	1981	1806
3	CH	175	5 100	1,88	2706	2 531
4	Vinho	0	0	2,04	981	806
5	Vinho	0	0	2,29	164	-11
6	CH	0	0	2,10	2462	2 287
7	CH	0	0	2,00	2370	2 195
8	CH	0	0	2,83	804	629
9	CH	0	0	2,09	1110	935
10	CH	0	0	2,10	1109	934
11	CH	0	0	2,31	1891	1716
12	Vinho	0	0	2,93	4377	4 202
13	Vinho	0	0	2,59	9165	8 990
14	Vinho	0	0	2,58	5521	5 346
Total		175	5 100			

Abastecimento Prioritário L5

Linha	Tipo	Tempo	Quantidade	Capacidade	T.Produção	Diferença
	Rolha	(s)	(rolhas)	(rolhas/s)	(s)	(s)
1	CH	0	0	2,08	948	773
2	CH	0	0	2,27	1806	1631
3	CH	0	0	1,88	2531	2 356
4	Vinho	0	0	2,04	806	631
5	Vinho	175	15 150	2,29	6614	6 439
6	CH	0	0	2,10	2287	2 112
7	CH	0	0	2,00	2195	2 020
8	CH	0	0	2,83	629	454
9	CH	0	0	2,09	935	760
10	CH	0	0	2,10	934	759
11	CH	0	0	2,31	1716	1541
12	Vinho	0	0	2,93	4202	4 027
13	Vinho	0	0	2,59	8990	8 815
14	Vinho	0	0	2,58	5346	5 171
Total		175	15 150			

Abastecimento L12

Linha	Tipo	Tempo	Quantidade	Capacidade	T.Produção	Diferença
	Rolha	(s)	(rolhas)	(rolhas/s)	(s)	(s)
1	CH	0	0	2,08	773	498
2	CH	0	0	2,27	1631	1356
3	CH	0	0	1,88	2356	2 081
4	Vinho	0	0	2,04	631	356
5	Vinho	0	0	2,29	6439	6 164
6	CH	0	0	2,10	2112	1837
7	CH	0	0	2,00	2020	1745
8	CH	275	8 500	2,83	3457	3 182
9	CH	0	0	2,09	760	485
10	CH	0	0	2,10	759	484
11	CH	0	0	2,31	1541	1266
12	Vinho	0	0	2,93	4027	3 752
13	Vinho	0	0	2,59	8815	8 540
14	Vinho	0	0	2,58	5171	4 896
Total		275	8 500			

Abastecimento L4

Linha	Tipo	Tempo	Quantidade	Capacidade	T.Produção	Diferença
	Rolha	(s)	(rolhas)	(rolhas/s)	(s)	(s)
1	CH	0	0	2,08	498	223
2	CH	0	0	2,27	1356	1081
3	CH	0	0	1,88	2081	1806
4	Vinho	275	25 250	2,04	12740	12 465
5	Vinho	0	0	2,29	6164	5 889
6	CH	0	0	2,10	1837	1562
7	CH	0	0	2,00	1745	1470
8	CH	0	0	2,83	3182	2 907
9	CH	0	0	2,09	485	210
10	CH	0	0	2,10	484	209
11	CH	0	0	2,31	1266	991
12	Vinho	0	0	2,93	3752	3 477
13	Vinho	0	0	2,59	8540	8 265
14	Vinho	0	0	2,58	4896	4 621
Total		275	25 250			

Abastecimento L10

Linha	Tipo	Tempo	Quantidade	Capacidade	T.Produção	Diferença
	Rolha	(s)	(rolhas)	(rolhas/s)	(s)	(s)
1	CH	0	0	2,08	223	-52
2	CH	0	0	2,27	1081	806
3	CH	0	0	1,88	1806	1531
4	Vinho	0	0	2,04	12465	12 190
5	Vinho	0	0	2,29	5889	5 614
6	CH	0	0	2,10	1562	1287
7	CH	0	0	2,00	1470	1195
8	CH	0	0	2,83	2907	2 632
9	CH	0	0	2,09	210	-65
10	CH	275	8 500	2,10	4266	3 991
11	CH	0	0	2,31	991	716
12	Vinho	0	0	2,93	3477	3 202
13	Vinho	0	0	2,59	8265	7 990
14	Vinho	0	0	2,58	4621	4 346
Total		275	8 500			

Abastecimento prioritário L1,9

Linha	Tipo	Tempo	Quantidade	Capacidade	T.Produção	Diferença
	Rolha	(s)	(rolhas)	(rolhas/s)	(s)	(s)
1	CH	175	5 100	2,08	2448	2 098
2	CH	0	0	2,27	806	456
3	CH	0	0	1,88	1531	1181
4	Vinho	0	0	2,04	12190	11 840
5	Vinho	0	0	2,29	5614	5 264
6	CH	0	0	2,10	1287	937
7	CH	0	0	2,00	1195	845
8	CH	0	0	2,83	2632	2 282
9	CH	175	5 100	2,09	2435	2 085
10	CH	0	0	2,10	3991	3 641
11	CH	0	0	2,31	716	366
12	Vinho	0	0	2,93	3202	2 852
13	Vinho	0	0	2,59	7990	7 640
14	Vinho	0	0	2,58	4346	3 996
Total		350	10 200			

Anexo L (continuação)

Abastecimento L11

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T. Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	2098	1823
2	CH	0	0	2,27	456	181
3	CH	0	0	1,88	1181	906
4	Vinho	0	0	2,04	11840	11565
5	Vinho	0	0	2,29	5264	4989
6	CH	0	0	2,10	937	662
7	CH	0	0	2,00	845	570
8	CH	0	0	2,83	2282	2007
9	CH	0	0	2,09	2085	1810
10	CH	0	0	2,10	3641	3366
11	CH	275	8500	2,31	4048	3773
12	Vinho	0	0	2,93	2852	2577
13	Vinho	0	0	2,59	7640	7365
14	Vinho	0	0	2,58	3996	3721
Total		275	8500			

Abastecimento L2

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T. Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1823	1548
2	CH	275	8500	2,27	3919	3644
3	CH	0	0	1,88	906	631
4	Vinho	0	0	2,04	11565	11290
5	Vinho	0	0	2,29	4989	4714
6	CH	0	0	2,10	662	387
7	CH	0	0	2,00	570	295
8	CH	0	0	2,83	2007	1732
9	CH	0	0	2,09	1810	1535
10	CH	0	0	2,10	3366	3091
11	CH	0	0	2,31	3773	3498
12	Vinho	0	0	2,93	2577	2302
13	Vinho	0	0	2,59	7365	7090
14	Vinho	0	0	2,58	3721	3446
Total		275	8500			

Abastecimento L7

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T. Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1548	1273
2	CH	0	0	2,27	3644	3369
3	CH	0	0	1,88	631	356
4	Vinho	0	0	2,04	11290	11015
5	Vinho	0	0	2,29	4714	4439
6	CH	0	0	2,10	387	112
7	CH	275	8500	2,00	4537	4262
8	CH	0	0	2,83	1732	1457
9	CH	0	0	2,09	1535	1260
10	CH	0	0	2,10	3091	2816
11	CH	0	0	2,31	3498	3223
12	Vinho	0	0	2,93	2302	2027
13	Vinho	0	0	2,59	7090	6815
14	Vinho	0	0	2,58	3446	3171
Total		275	8500			

Abastecimento L6

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T. Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1273	998
2	CH	0	0	2,27	3369	3094
3	CH	0	0	1,88	356	81
4	Vinho	0	0	2,04	11015	10740
5	Vinho	0	0	2,29	4439	4164
6	CH	275	8500	2,10	4150	3875
7	CH	0	0	2,00	4262	3987
8	CH	0	0	2,83	1457	1182
9	CH	0	0	2,09	1260	985
10	CH	0	0	2,10	2816	2541
11	CH	0	0	2,31	3223	2948
12	Vinho	0	0	2,93	2027	1752
13	Vinho	0	0	2,59	6815	6540
14	Vinho	0	0	2,58	3171	2896
Total		275	8500			

Abastecimento L3

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T. Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	998	723
2	CH	0	0	2,27	3094	2819
3	CH	275	8500	1,88	4592	4317
4	Vinho	0	0	2,04	10740	10465
5	Vinho	0	0	2,29	4164	3889
6	CH	0	0	2,10	3875	3600
7	CH	0	0	2,00	3987	3712
8	CH	0	0	2,83	1182	907
9	CH	0	0	2,09	985	710
10	CH	0	0	2,10	2541	2266
11	CH	0	0	2,31	2948	2673
12	Vinho	0	0	2,93	1752	1477
13	Vinho	0	0	2,59	6540	6265
14	Vinho	0	0	2,58	2896	2621
Total		275	8500			

Abastecimento L9

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T. Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	723	448
2	CH	0	0	2,27	2819	2544
3	CH	0	0	1,88	4317	4042
4	Vinho	0	0	2,04	10465	10190
5	Vinho	0	0	2,29	3889	3614
6	CH	0	0	2,10	3600	3325
7	CH	0	0	2,00	3712	3437
8	CH	0	0	2,83	907	632
9	CH	275	8500	2,09	4768	4493
10	CH	0	0	2,10	2266	1991
11	CH	0	0	2,31	2673	2398
12	Vinho	0	0	2,93	1477	1202
13	Vinho	0	0	2,59	6265	5990
14	Vinho	0	0	2,58	2621	2346
Total		275	8500			

Anexo L (continuação)

Abastecimento L1

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	275	8 500	2,08	4528	4 253
2	CH	0	0	2,27	2544	2 269
3	CH	0	0	1,88	4042	3 767
4	Vinho	0	0	2,04	10190	9 915
5	Vinho	0	0	2,29	3614	3 339
6	CH	0	0	2,10	3325	3 050
7	CH	0	0	2,00	3437	3 162
8	CH	0	0	2,83	632	357
9	CH	0	0	2,09	4493	4 218
10	CH	0	0	2,10	1991	1 716
11	CH	0	0	2,31	2398	2 123
12	Vinho	0	0	2,93	1202	927
13	Vinho	0	0	2,59	5990	5 715
14	Vinho	0	0	2,58	2346	2 071
Total		275	8 500			

Abastecimento L8

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	4253	3 978
2	CH	0	0	2,27	2269	1 994
3	CH	0	0	1,88	3767	3 492
4	Vinho	0	0	2,04	9915	9 640
5	Vinho	0	0	2,29	3339	3 064
6	CH	0	0	2,10	3050	2 775
7	CH	0	0	2,00	3162	2 887
8	CH	275	8 500	2,83	3359	3 084
9	CH	0	0	2,09	4218	3 943
10	CH	0	0	2,10	1716	1 441
11	CH	0	0	2,31	2123	1 848
12	Vinho	0	0	2,93	927	652
13	Vinho	0	0	2,59	5715	5 440
14	Vinho	0	0	2,58	2071	1 796
Total		275	8 500			

Abastecimento L12

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	3978	3 703
2	CH	0	0	2,27	1994	1 719
3	CH	0	0	1,88	3492	3 217
4	Vinho	0	0	2,04	9640	9 365
5	Vinho	0	0	2,29	3064	2 789
6	CH	0	0	2,10	2775	2 500
7	CH	0	0	2,00	2887	2 612
8	CH	0	0	2,83	3084	2 809
9	CH	0	0	2,09	3943	3 668
10	CH	0	0	2,10	1441	1 166
11	CH	0	0	2,31	1848	1 573
12	Vinho	275	25 250	2,93	9279	9 004
13	Vinho	0	0	2,59	5440	5 165
14	Vinho	0	0	2,58	1796	1 521
Total		275	25 250			

Abastecimento L11

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	3703	3 428
2	CH	0	0	2,27	1719	1 444
3	CH	0	0	1,88	3217	2 942
4	Vinho	0	0	2,04	9365	9 090
5	Vinho	0	0	2,29	2789	2 514
6	CH	0	0	2,10	2500	2 225
7	CH	0	0	2,00	2612	2 337
8	CH	0	0	2,83	2809	2 534
9	CH	0	0	2,09	3668	3 393
10	CH	275	8 500	2,10	5222	4 947
11	CH	0	0	2,31	1573	1 298
12	Vinho	0	0	2,93	9004	8 729
13	Vinho	0	0	2,59	5165	4 890
14	Vinho	0	0	2,58	1521	1 246
Total		275	8 500			

Abastecimento L14

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	3428	3 153
2	CH	0	0	2,27	1444	1 169
3	CH	0	0	1,88	2942	2 667
4	Vinho	0	0	2,04	9090	8 815
5	Vinho	0	0	2,29	2514	2 239
6	CH	0	0	2,10	2225	1 950
7	CH	0	0	2,00	2337	2 062
8	CH	0	0	2,83	2534	2 259
9	CH	0	0	2,09	3393	3 118
10	CH	0	0	2,10	4947	4 672
11	CH	0	0	2,31	1298	1 023
12	Vinho	0	0	2,93	8729	8 454
13	Vinho	0	0	2,59	4890	4 615
14	Vinho	275	25 250	2,58	11030	10 755
Total		275	25 250			

Abastecimento L11

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	3153	2 878
2	CH	0	0	2,27	1169	894
3	CH	0	0	1,88	2667	2 392
4	Vinho	0	0	2,04	8815	8 540
5	Vinho	0	0	2,29	2239	1 964
6	CH	0	0	2,10	1950	1 675
7	CH	0	0	2,00	2062	1 787
8	CH	0	0	2,83	2259	1 984
9	CH	0	0	2,09	3118	2 843
10	CH	0	0	2,10	4672	4 397
11	CH	275	8 500	2,31	4705	4 430
12	Vinho	0	0	2,93	8454	8 179
13	Vinho	0	0	2,59	4615	4 340
14	Vinho	0	0	2,58	10755	10 480
Total		275	8 500			

Anexo L (continuação)

Abastecimento L2

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	2878	2 603
2	CH	275	8 500	2,27	4633	4 358
3	CH	0	0	1,88	2392	2 117
4	Vinho	0	0	2,04	8540	8 265
5	Vinho	0	0	2,29	1964	1689
6	CH	0	0	2,10	1675	1400
7	CH	0	0	2,00	1787	1512
8	CH	0	0	2,83	1984	1709
9	CH	0	0	2,09	2843	2 568
10	CH	0	0	2,10	4397	4 122
11	CH	0	0	2,31	4430	4 155
12	Vinho	0	0	2,93	8179	7 904
13	Vinho	0	0	2,59	4340	4 065
14	Vinho	0	0	2,58	10480	10 205
Total		275	8 500			

Abastecimento L6

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	2603	2 328
2	CH	0	0	2,27	4358	4 083
3	CH	0	0	1,88	2117	1 842
4	Vinho	0	0	2,04	8265	7 990
5	Vinho	0	0	2,29	1689	1 414
6	CH	275	8 500	2,10	5438	5 163
7	CH	0	0	2,00	1512	1 237
8	CH	0	0	2,83	1709	1 434
9	CH	0	0	2,09	2568	2 293
10	CH	0	0	2,10	4122	3 847
11	CH	0	0	2,31	4155	3 880
12	Vinho	0	0	2,93	7904	7 629
13	Vinho	0	0	2,59	4065	3 790
14	Vinho	0	0	2,58	10205	9 930
Total		275	8 500			

Abastecimento L7

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	2328	2 053
2	CH	0	0	2,27	4083	3 808
3	CH	0	0	1,88	1842	1 567
4	Vinho	0	0	2,04	7990	7 715
5	Vinho	0	0	2,29	1414	1 139
6	CH	0	0	2,10	5163	4 888
7	CH	275	8 500	2,00	5478	5 203
8	CH	0	0	2,83	1434	1 159
9	CH	0	0	2,09	2293	2 018
10	CH	0	0	2,10	3847	3 572
11	CH	0	0	2,31	3880	3 605
12	Vinho	0	0	2,93	7629	7 354
13	Vinho	0	0	2,59	3790	3 515
14	Vinho	0	0	2,58	9930	9 655
Total		275	8 500			

Abastecimento L5

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	2053	1 778
2	CH	0	0	2,27	3808	3 533
3	CH	0	0	1,88	1567	1 292
4	Vinho	0	0	2,04	7715	7 440
5	Vinho	275	25 250	2,29	12162	11 887
6	CH	0	0	2,10	4888	4 613
7	CH	0	0	2,00	5203	4 928
8	CH	0	0	2,83	1159	884
9	CH	0	0	2,09	2018	1 743
10	CH	0	0	2,10	3572	3 297
11	CH	0	0	2,31	3605	3 330
12	Vinho	0	0	2,93	7354	7 079
13	Vinho	0	0	2,59	3515	3 240
14	Vinho	0	0	2,58	9655	9 380
Total		275	25 250			

Abastecimento L8

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1778	1 503
2	CH	0	0	2,27	3533	3 258
3	CH	0	0	1,88	1292	1 017
4	Vinho	0	0	2,04	7440	7 165
5	Vinho	0	0	2,29	11887	11 612
6	CH	0	0	2,10	4613	4 338
7	CH	0	0	2,00	4928	4 653
8	CH	275	8 500	2,83	3887	3 612
9	CH	0	0	2,09	1743	1 468
10	CH	0	0	2,10	3297	3 022
11	CH	0	0	2,31	3330	3 055
12	Vinho	0	0	2,93	7079	6 804
13	Vinho	0	0	2,59	3240	2 965
14	Vinho	0	0	2,58	9380	9 105
Total		275	8 500			

Abastecimento L3

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	1503	1 228
2	CH	0	0	2,27	3258	2 983
3	CH	275	8 500	1,88	5528	5 253
4	Vinho	0	0	2,04	7165	6 890
5	Vinho	0	0	2,29	11612	11 337
6	CH	0	0	2,10	4338	4 063
7	CH	0	0	2,00	4653	4 378
8	CH	0	0	2,83	3612	3 337
9	CH	0	0	2,09	1468	1 193
10	CH	0	0	2,10	3022	2 747
11	CH	0	0	2,31	3055	2 780
12	Vinho	0	0	2,93	6804	6 529
13	Vinho	0	0	2,59	2965	2 690
14	Vinho	0	0	2,58	9105	8 830
Total		275	8 500			

Anexo L (continuação)

Abastecimento L1

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	275	8 500	2,08	5308	5 033
2	CH	0	0	2,27	2983	2 708
3	CH	0	0	1,88	5253	4 978
4	Vinho	0	0	2,04	6890	6 615
5	Vinho	0	0	2,29	11337	11062
6	CH	0	0	2,10	4063	3 788
7	CH	0	0	2,00	4378	4 103
8	CH	0	0	2,83	3337	3 062
9	CH	0	0	2,09	1193	918
10	CH	0	0	2,10	2747	2 472
11	CH	0	0	2,31	2780	2 505
12	Vinho	0	0	2,93	6529	6 254
13	Vinho	0	0	2,59	2690	2 415
14	Vinho	0	0	2,58	8830	8 555
Total		275	8 500			

Abastecimento L9

Linha	Tipo Rolha	Tempo (s)	Quantidade (rolhas)	Capacidade (rolhas/s)	T.Produção (s)	Diferença (s)
1	CH	0	0	2,08	5033	4 758
2	CH	0	0	2,27	2708	2 433
3	CH	0	0	1,88	4978	4 703
4	Vinho	0	0	2,04	6615	6 340
5	Vinho	0	0	2,29	11062	10 787
6	CH	0	0	2,10	3788	3 513
7	CH	0	0	2,00	4103	3 828
8	CH	0	0	2,83	3062	2 787
9	CH	275	8 500	2,09	4977	4 702
10	CH	0	0	2,10	2472	2 197
11	CH	0	0	2,31	2505	2 230
12	Vinho	0	0	2,93	6254	5 979
13	Vinho	0	0	2,59	2415	2 140
14	Vinho	0	0	2,58	8555	8 280
Total		275	8 500			

Anexo M - Análise das produções diárias de janeiro e fevereiro de 2021

(rolhas/dia)

Média Diária	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L8	L9	L11	L12	L13	L14
janeiro	99 502	81 924	88 762	84 427	99 205	154 294	136 489	137 867	142 371	134 586	120 045	107 167
fevereiro	85 395	75 492	83 988	84 525	113 506	140 805	153 148	127 374	151 520	151 995	120 052	141 601
Total	92 448	78 708	86 375	84 476	106 356	147 550	144 818	132 621	146 945	143 290	120 049	124 384
						292 368		279 566				

Tipo de rolha	CH	CH	CH	Vinho	Vinho	CH	CH	Vinho	Vinho	Vinho
Capacidade nominal	147 126	147 126	147 126	170 668	170 668	441 377	441 377	170 668	170 668	170 668

% perdas	37%	47%	41%	51%	38%	34%	37%	16%	30%	27%
----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Anexo N - Registos dos tempos de troca nas topejadeiras durante uma semana

Dia	Linha	mm						min	
		C	D	Calibre anterior	C	D	Calibre novo	Troca	Paragem
08/fev	1	47	29,5	47x29,5	45	29,5	45x29,5	Troca C	30
08/fev	2	47	29,5	47x29,5	45	29,5	45x29,5	Troca C	40
08/fev	13	38	23	38x23	35	23	35x23	Troca C	60
09/fev	10	47	28,6	47x28,6	47	29,5	47x29,5	C igual	5
09/fev	13	35	23	35x23	35	24	35x24	C igual	5
09/fev	14	33	23	33x23	38	23	38x23	Troca C	10
10/fev	8	47	29,5	47x29,5	45	29,5	45x29,5	Troca C	10
10/fev	9	47	29,5	47x29,5	47	28	47x28	C igual	5
10/fev	11	47	29,5	47x29,5	47	28	47x28	C igual	5
10/fev	13	35	24	35x24	35	23	35x23	C igual	5
10/fev	13	35	23	35x23	38	23,5	38x23,5	Troca C	30
10/fev	1	45	29,5	45x29,5	45	30	45x30	C igual	3
10/fev	2	45	29,5	45x29,5	45	30	45x30	C igual	3
10/fev	4	38	22	38x22	38	24,5	38x24,5	C igual	5
10/fev	3	38	25	38x25	44	23	44x23	Troca C	15
11/fev	9	47	28	47x28	47	29	47x29	C igual	5
11/fev	11	47	28	47x28	47	29	47x29	C igual	5
11/fev		45	30	45x30	47	30	47x30	Troca C	15
11/fev		45	30	45x30	47	30	47x30	Troca C	30

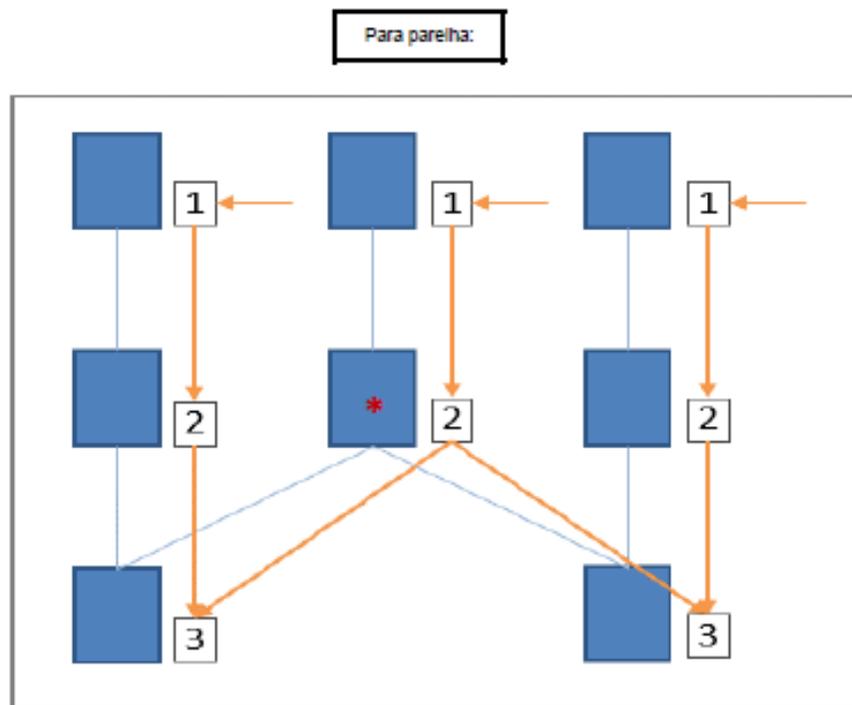
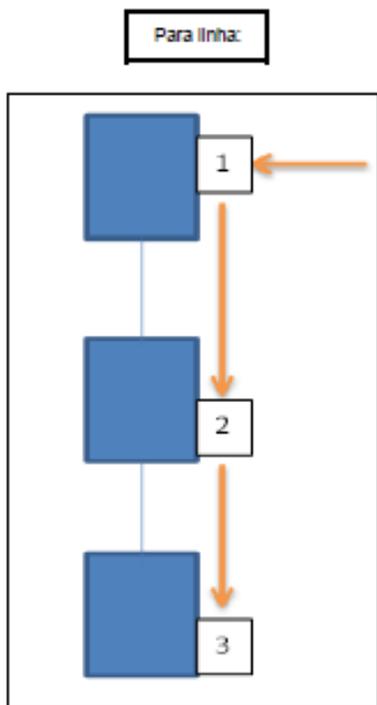
Troca Comprimento	26,7
Comprimento igual	4,6

Dia	Nº trocas
08/fev	3
09/fev	3
10/fev	9
11/fev	4
12/fev	0

Anexo O - 92. IT.EQ.IND.92.2 - Acabamentos Mecânicos AGLO.MUDANÇA DE CALIBRE

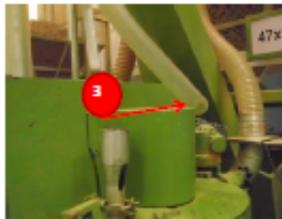
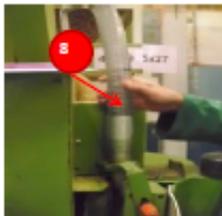
	Norma- Acabamentos Mecânicos AGLO.MUDANÇA DE CALIBRE			
Unidade Industrial	EQUIPAR	Setor/ Máquina	Acabamentos Mecânicos	IT.EQ.IND.92.2

DESLOCAÇÕES



* Quando se for mudar o calibre da parelha, a topejadeira intermédia deve passar a abastecer a chanfradeira com menos rolhas de forma a equilibrar os abastecimentos das chanfradeiras

Anexo O(continuação)

AMORIM CORK		Norma- Acabamentos Mecânicos AGLO.MUDANÇA DE CALIBRE			CORK	
Unidade Industrial	EQUIPAR	Setor/ Máquina	Acabamentos Mecânicos		IT.EQ.IND.92.2	
Mudança de Calibre Ponçadeira	Nº	Operações internas	Tempo	Prioridade	Responsável	Observações
	1	Identificar novo calibre e mudar as placas de identificação	0:00:15	1	Colaborador/Afinador	
	2	Verificar se a moega da ponçadeira está vazia e o silo fechado	0:00:10	1	Colaborador/Afinador	
	3	Parar a girafa e retirar os tubos dos bocais	0:00:20	1	Colaborador/Afinador	
	4	Verificar se o silo da topejadeira está vazio e fechado e a moega da topejadeira tem rolhas suficientes para não parar a produção. Proceder à verificação da ausência de rolhas de acordo com EQ.IND.14. Proceder ao registo no EQ.IND.092	0:00:15	2	Afinador	Importante garantir que a topejadeira tem rolhas suficientes para não parar a produção.
	5	Acertar a medida abrindo ou fechando os rolos	0:02:00	2	Afinador	Mudança de calibre tem de acontecer antes da topejadeira parar a produção.
	6	Verificar se o diâmetro está certo	0:00:15			
	7	Abrir o silo da ponçadeira	0:00:10			
	8	Colocar os tubos nos bocais	0:00:15			
	9	Ligar ponçadeira:	0:00:15			
10	Assegurar que as medidas estão	0:00:40				
TOTAL		00:04:35				
<p>Prioridade: 1 Baixa 2 Média 3 Alta</p>						
						
						
						
						

Anexo O (continuação)

AMORIM CORK	Norma- Acabamentos Mecânicos AGLO.MUDANÇA DE CALIBRE			
Unidade Industrial	EQUIPAR	Setor/ Máquina	Acabamentos Mecânicos	IT.EQ.IND.92.2

Nº	Operações internas	Tempo	Prioridade	Responsável	Observações
1	Identificar novo calibre e mudar as placas de identificação	00:00:15	1	Colaborador/Afinador	
2	Verificar se a moega da topejadeira está vazia	00:00:10	1	Colaborador/Afinador	
3	Verificar se o silo da chanfradeira está vazio e fechado e se a moega tem rolhas suficientes para não parar a produção. Proceder à verificação da ausência de rolhas de acordo com EQ.IND.14. Proceder ao registo no EQ.IND.092	00:00:15	2	Afinador	O colaborador deve acelerar o processo de vazamento do silo da chanfradeira.
4	Abrir o silo da topejadeira	00:00:15	3	Afinador	Mudança de calibre topejadeira é de máxima prioridade, o tempo que esta está parada corresponde a perdas de produção da linha.
5	Ajustar as guias de encaminhamento dos corpos	00:00:10			
6	Ajustar as pinças para que os corpos sigam centrados	00:00:30			
7	Apertar/desapertar estrela	00:00:30			
8	Acertar copos com a medida indicada	00:00:30			
9	Ajustar as lixas para a medida pretendida. Ligar a moega e testar rolhas até a medida estar correta.	00:02:00			
10	Ligar a Topejadeira (Sequência: esquerda para a direita)	00:00:10			
11	Assegurar que as medidas estão corretas	00:00:30			
TOTAL		00:05:15			

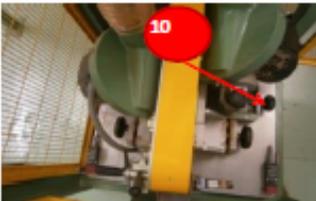
Prioridade: 1 Baixa 2 Média 3 Alta

Anexo O (continuação)

AMORIM CORK		Norma- Acabamentos Mecânicos AGLO.MUDANÇA DE CALIBRE			CORK	
Unidade Industrial	EQUIPAR	Setor/ Máquina	Acabamentos Mecânicos		IT.EQ.IND.92.2	
Mudança de Calibre Chanfradeira	Nº	Operações internas	Tempo	Prioridade	Responsável	Observações
	1	Identificação do calibre atual e do calibre pretendido	00:00:10	1	Colaborador/Afinador	
	2	Verificar se a moega da chanfradeira está vazia	00:00:10	1	Colaborador/Afinador	
	3	Verificar se existe um palote vazio. Proceder à verificação da ausência de rolhas de acordo com EQ.IND.14. Proceder ao registo no EQ.IND.092	00:00:10	2	Colaborador/Afinador	Falta de palotes pode causar perdas na produção.
	4	Abrir silo	00:00:10	1	Afinador	
	5	Verificar qualidade das lixas	00:00:10			
	6	Subir e descer réguas, ajustar pela régua do meio	00:01:00			
	7	Ajustar ângulo das lixas	00:01:00			
	8	Aproximar ou afastar lixas	00:01:00			
	9	Assegurar que as medidas estão corretas	00:02:30			
10	Ligar a máquina, assegurar e efetuar nova verificação das medidas	00:00:30				
TOTAL		00:06:50				

Prioridade: 1 Baixa 2 Média 3 Alta

Anexo O (continuação)

AMORIM CORK		Norma- Acabamentos Mecânicos AGLO.MUDANÇA DE CALIBRE			CORK HILLS		
Unidade Industrial	EQUIPAR	Sector/ Máquina	Acabamentos Mecânicos		IT.EQ.IND.92.2		
Mudança de Calibre Máquina Integrada	1	Identificar novo calibre e mudar placas	00:00:15	1	Colaborador/Afinador	           	
	2	Verificar se a máquina está parada e sem rolhas. Proceder à verificação da ausência de rolhas de acordo com EQ.IND.14. Proceder ao registo no EQ.IND.092	00:00:20	1	Colaborador/Afinador		
	Afinar Topejadeira			3	Afinador		Por ser uma máquina integrada as mudanças de calibre topejadeira e chanfradeira são de máxima prioridade, o tempo que esta máquina está parada corresponde a perdas de produção da linha.
	3	Ajustar as guias de encaminhamento dos corpos	00:00:10				
	4	Ajustar as pinças para que os corpos sigam centrados	00:00:30				
	5	Apertar/desapertar estrela	00:00:30				
	6	Acertar copos com a medida indicada	00:00:30				
	7	Ajustar as lixas para a medida pretendida. Testar rolhas até a medida estar correta.	00:02:00				
	Afinar Chanfradeira						
	8	Aproximar ou afastar réguas	00:00:20				
	9	Ajustar ângulo das lixas	00:01:00				
	10	Aproximar ou afastar lixa	00:01:00				
11	Assegurar que as medidas estão corretas	00:02:30					
12	Ligar a máquina, assegurar e efetuar nova verificação das medidas	00:00:30					
TOTAL		00:00:00					

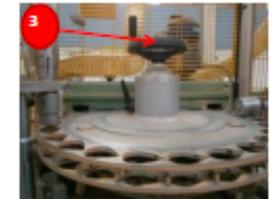
Prioridade: 1 Baixa 2 Média 3 Alta

Anexo O (continuação)

AMORIM CORK		Norma- Acabamentos Mecânicos AGLO.MUDANÇA DE CALIBRE			CORK				
Unidade Industrial	EQUIPAR	Sector/ Máquina	Acabamentos Mecânicos		IT.EQ.IND.92.2				
Mudança de Calibre Máquina OMAR	Nº	Operações internas	Tempo	Prioridade	Responsável	Observações			
	1	Identificar novo calibre e mudar placas	00:00:15	1	Colaborador/Afinador				
	2	Verificar se a máquina está parada e sem rolhas na moega. Proceder a verificação da ausência de rolhas de acordo com EQ.IND.14. Proceder ao registo no EQ.IND.092	00:00:20	1	Colaborador/Afinador				
	Afinar Topejadeira								
	3	Acertar altura dos discos	00:02:00	3	Afinador	Por ser uma máquina OMAR as mudanças de calibre topejadeira e chanfradeira são de máxima prioridade, o tempo que esta máquina está parada corresponde a perdas de produção da linha.			
	4	Acertar altura do bocal	00:01:00						
	5	Verificar se os calibres estão corretos com amostra de 3 rolhas.	00:00:30						
	Afinar Chanfradeira								
	6	Subir e descer réguas, ajustar pela régua do meio	00:00:20						
	7	Ajustar ângulo das lixas	00:01:00						
8	Aproximar ou afastar lixas	00:01:00							
9	Assegurar que as medidas estão corretas	00:02:30							
10	Ligar a máquina, assegurar e efetuar nova verificação das medidas	00:00:30							
TOTAL		00:09:25							

Prioridade: 1 Baixa 2 Média 3 Alta












Anexo P - Lista de Manutenções

Nº	Linha	Tipo Máquina	Problema	Ação
1	2,3,7,13,14	Ponçadeira	Tubos da girafa para a ponçadeira estão curtos dando origem a encravamentos.	Alterar tubos da girafa para a ponçadeira
2	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14	Ponçadeira	Tendência em ovalizar	Rever guias de latão das mós
3	2,8,10,11,14	Ponçadeira	Moega quadrada + Tapete girafa: obrigam a que o abastecimento seja contínuo caso contrário rolhas ficam presas; rolhas caem no chão	Substituição da moega e do tapete da girafa
4	Geral	Topejadeira	Velocidade Estrela	Realizar manutenção de forma a aumentar a produtividade, enviar algumas máquinas para arranjar
5	3,4,5,6,8,9,11,12,13,14	Chanfradeira	Grande número de encravamentos	Criar aspiração junto do sensor da forqueta (descida de rolha para o martelo). A aspiração pode ser feita por tubo de diâmetro reduzido a fim de não afetar a aspiração das lixas
8	4	Ponçadeira	Diamante raramente trabalha	Arranjar Diamante
6	4	Topejadeira	Folgas na estrela, martelos não têm o devido curso tornando-se impossível de fazer rolha gorda na mesma. Sempre que é necessário mudar de calibre precisa de muitos ajustes. Máquina problemática	Manutenção da estrela - Máquina problemática
7	3,5	Topejadeira	Dentes da estrela com bastante folga, não apertam a rolha devidamente	Manutenção da estrela
9	11	Topejadeira	Estrela por vezes dá a volta e não larga a rolha	Manutenção da estrela
10	11	Topejadeira	Estrela com dentes um pouco fechados dificultando a entrada de corpos de calibre acima de 29.5 mm	Manutenção da estrela
11	1,5,12,13,14	Ponçadeira	Quadro elétrico aberto/semi aberto (possibilidade de incêndio)	Fechar os quadros elétricos (substituir as fechaduras caso necessário)
12	6,7,8,9,11,14	Topejadeira	Afinação de entrada da estrela é feita através de parafuso adaptado, poderia ser revisto a fim de facilitar a afinação	Rever mecanismo de afinação da estrela
13	13,14	Topejadeira	Quadro elétrico aberto	Fechar os quadros elétricos (substituir as fechaduras caso necessário)
14	3,4,5,6,8,9,10	Chanfradeira	Quadro elétrico aberto/semi aberto	Fechar os quadros elétricos (substituir as fechaduras caso necessário)
15	8,11,12	Chanfradeira	Quadro elétrico girafa semi aberto	Fechar o quadro elétrico (substituir a fechadura caso necessário)
16	6,7,13	Chanfradeira		Martelo da chanfradeira deve ser revisto
17	Geral	Ponçadeira	Ausência de pistolas de ar comprimido para limpeza rápida	Implementação de pistolas de ar comprimido (1 para cada 2/3 máquinas, pelo que devem ter uma mangueira comprida)
18	Geral	Chanfradeira	Falta Pistola de ar comprimido	Implementação de pistolas de ar comprimido (1 para cada 2/3 máquinas, pelo que devem ter uma mangueira comprida)
19	3,4,5,6,7	Topejadeira	Falta Pistola de ar comprimido	Recolocação das pistolas de ar comprimido (1 para cada 2/3 máquinas, pelo que devem ter uma mangueira comprida)
20	3	Topejadeira	Segurança: Estrela deveria ser alvo de manutenção, pois a mesma não pára de imediato quando encrava, podendo dar origem a lesões graves no operador	Rever mecanismos de segurança

Anexo P (continuação)

21	11	Ponçadeira	Botão silo funciona de forma errada e apenas em manual	Arranjar botão
22	12	Ponçadeira	Razeira no modo automático quase nunca fecha, dando origem a derrames grandes de corpos.	Arranjar Razeira
23	1	Ponçadeira	Silo de abastecimento da ponçadeira entope	Sugestão: Aumento da vibração
24	1	Topejadeira	Proteções Topejadeira + Chanfradeira estão partidas e abertas	Arranjar as proteções e os mecanismos de segurança
25	9	Topejadeira	Sensor da razeira nem sempre trabalha	Revisão/manutenção do sensor da razeira
26	6	Topejadeira	Guias de afinação dos corpos na estrela não tem afinação	Afinar guias
27	4	Chanfradeira	Girafas de alimentação e de saída perdem rolha por baixo	
28	13	Chanfradeira	Apertos das afinações em mau estado	Manutenção dos apertos das afinações
29	4,5	Topejadeira	Aspirador da serra	Arranjar aspiradores
30	6	Topejadeira	Máquina não tem regulagem de velocidade da estrela a não ser no quadro elétrico e de difícil acesso	Arranjar o regulador de velocidade

31	4,5	Topejadeira	Proteções serra	Enviar as máquinas para arranjar de forma a que as proteções sejam
32	9	Topejadeira	Caixa do botão do silo NOK	Arranjar caixas
33	9	Topejadeira	Potenciômetro da velocidade da estrela não funciona devidamente	Arranjar o potenciômetro da velocidade da estrela
34	14	Topejadeira	Proteções acesso tapete (porta aberta)	Trancar porta de acesso
35	5,6,12	Ponçadeira	Caixa do botão do silo partido	Substituição da caixa
36	2	Topejadeira	Caixa do botão do silo partido	Arranjar botão
37	2	Topejadeira	Válvula de ar comprimido não tem regulação (avariada)	Arranjar válvula de ar comprimido
38	8	Chanfradeira	Buraco no silo remendado com rolha (Misturas)	Arranjar silo
39	3	Ponçadeira	Ponçadeira esquerda: rampa de saída tem uma folha plastificada para impedir que as rolhas caiam no chão	Substituir remendo da rampa
40	9	Ponçadeira	Tubo aspiração ponçadeira esquerda rasgado	Substituir tubo
41	3,5,6,7,8,9,10,11	Topejadeira	Contador não funciona	
42	2,5,6,7,11,13	Ponçadeira	Botões não identificados ou com identificações esbatidas	Identificação correta dos botões
43	6,10,12,13,14	Topejadeira	Botões não identificados ou com identificações quase a desaparecer	Identificação correta dos botões

Anexo Q - Análise das produções médias diárias da linha 10, 11 e 12 do Topejamento TT

(rolhas/dia)

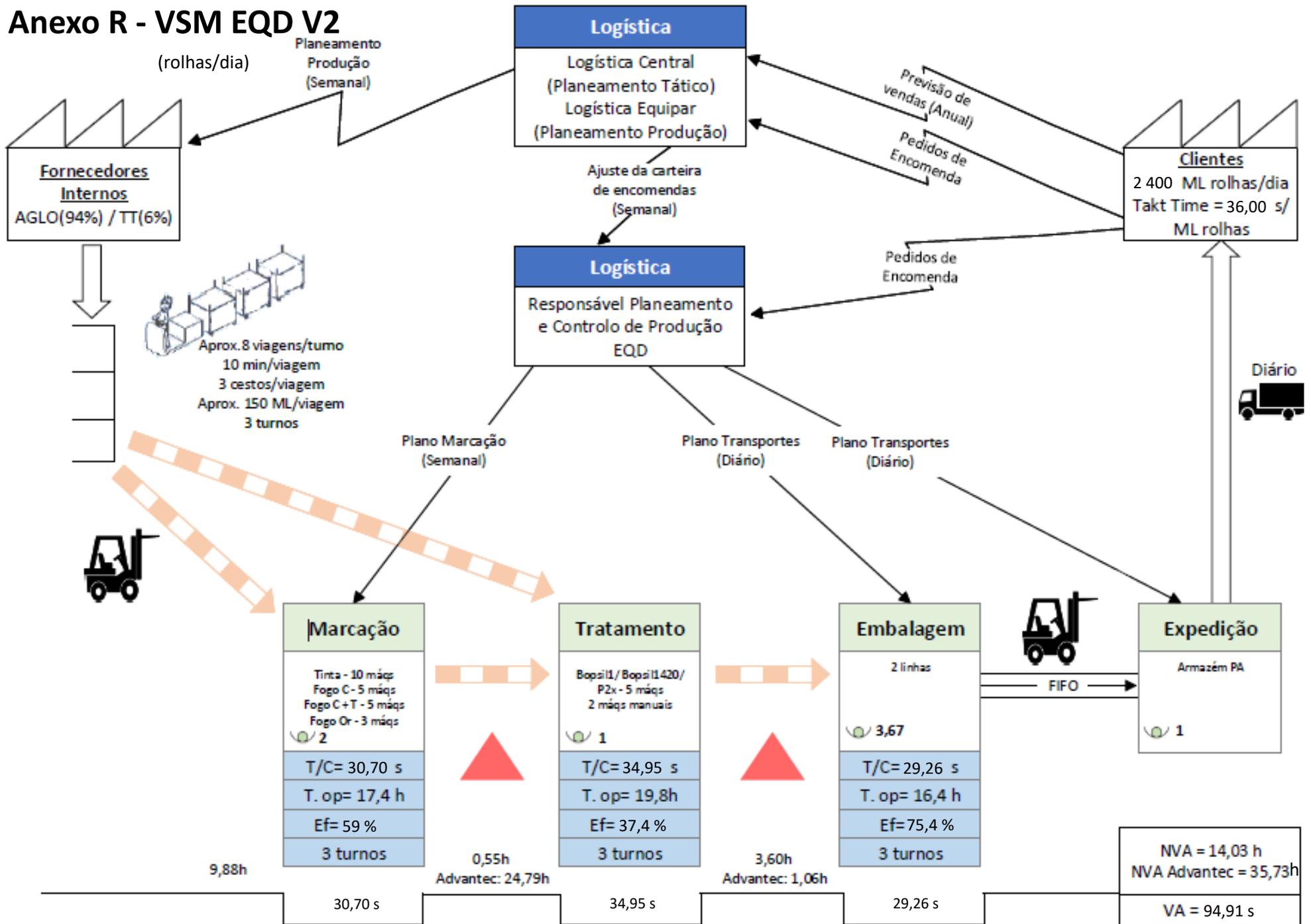
Média Diária	Topejamento 10	Topejamento 11	Topejamento 12	
janeiro		73 016	65 623	
fevereiro		93 129	138 254	
março		87 163	88 092	
abril		94 177	90 393	
maio	65 514	92 828	84 427	
junho	122 467	119 610	106 363	Total
Total	95 489	94 403	96 381	95 424

Capacidade nominal	280 351	280 351	280 351
% perdas	66%	66%	66%

Média Diária	Topejamento 10	Topejamento 11	Topejamento 12	Total	Aumento %
julho	180 960	148 843	155 129	161 644	69,39%

Capacidade nominal	280 351	280 351	280 351
% perdas	35%	47%	45%

Anexo R - VSM EQD V2



Anexo T - 91. IT.EQ.IND.91.2 - Acabamentos Mecânicos AGLO.ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO



Anexo T (continuação)

Operador - A

Nº	Tarefas
1	Desenravar Ponçadeiras
2	Ajudar a desenravar Topejadeiras
3	Limpeza
4	Pôr e tirar cestos
5	Registos



Operador - B

Nº	Tarefas
1	Desenravar Topejadeiras
2	Desenravar Chanfradeiras
3	Limpeza
4	Pôr e tirar cestos
5	Registos



Afinador - C

Nº	Tarefas
1	Afinar máquinas
2	Mudanças de Calibre
3	Mudar Lixas
4	Limpar Mós
5	Controlo de calibres



Anexo U - Mix de lavações ideal

	Abril		Maio		Abr+Mai	
	Nº Lav/Tipo Lav	%	Nº Lav/Tipo Lav	%	Nº Lav/Tipo Lav	%
NATURE	179	16,4%	169	16,7%	348	16,5%
CL0	446	40,8%	403	39,9%	849	40,4%
CL2	111	10,2%	115	11,4%	226	10,7%
CLEAR	356	32,6%	324	32,0%	680	32,3%
Total	1092	100%	1011	100%	2103	100%

		Abril		Maio		Abr+Mai	
		Nº Lav/Tipo Rolha	%	Nº Lav/Tipo Rolha	%	Nº Lav/Tipo Rolha	%
Top TT	ADV	205	18,8%	203	20,1%	408	19,4%
Top TT	AGL RCT	13	1,2%	16	1,6%	29	1,4%
Top TT	NEUT	162	14,8%	136	13,5%	298	14,2%
RET AGL	ADV	93	8,5%	83	8,2%	176	8,4%
RET AGL	CH	415	38,0%	387	38,3%	802	38,1%
RET AGL	CIDRA	20	1,8%	22	2,2%	42	2,0%
RET AGL	AGL RA	172	15,8%	147	14,5%	319	15,2%
RET AGL	AGL RCT	12	1,1%	17	1,7%	29	1,4%
Total		1092	100%	1011	100%	2103	100%

Dias	
Abril	24
Maio	22
Total	46

		Abril		Maio		Abr+Mai			
		Nº Lav/dia	%	Nº Lav/dia	%	Nº Lav/dia	%		
Top TT	ADV	8,5	18,8%	9,2	20,1%	8,9	19,4%	35%	16
Top TT	AGL RCT	0,5	1,2%	0,7	1,6%	0,6	1,4%		
Top TT	NEUT	6,8	14,8%	6,2	13,5%	6,5	14,2%		
RET AGL	ADV	3,9	8,5%	3,8	8,2%	3,8	8,4%	65%	30
RET AGL	CH	17,3	38,0%	17,6	38,3%	17,4	38,1%		
RET AGL	CIDRA	0,8	1,8%	1,0	2,2%	0,9	2,0%		
RET AGL	AGL RA	7,2	15,8%	6,7	14,5%	6,9	15,2%		
RET AGL	AGL RCT	0,5	1,1%	0,8	1,7%	0,6	1,4%		
Total		45,5	100%	46,0	100%	45,7	100%		

	Top TT	RET AGL
46 Lav/dia	16	30
15,33 Lav/turno	5,3	10
Por cada turno	10	5

Anexo V - Planeamento da utilização das máquinas da Lavação

Tempos de cada tipo de lavação em cada máquina

(h/lav)	Tipo lavação						
	Máquina	CL0	CLEAR	CL2000	ADV	CLEAR (AGLO RN)	Desp.
1	1,30	1,98	2,49	-	-	2,13	0,76
2	1,54	2,13	2,59	-	-	-	0,75
3	1,28	1,95	2,35	-	-	2,03	0,65
4	-	-	-	1,65	-	-	-
5	1,57	-	-	-	-	-	0,77
6	-	-	-	1,37	-	-	-
7	1,29	-	-	1,90	-	-	-
Inst.anex.	-	-	-	2,67	-	-	-

Distribuição ótima dos tipos de lavações pelas máquinas

NºLav/dia	Máquina	CL0	CLEAR	CL2000	ADV	CLEAR (AGLO RN)		Desp. 0,5	Tempo Folga	
10	1	-	2	2	-	6	-	21,70	2,30	
9	2	-	5	4	-	-	-	21,01	2,99	
11	3	-	3	2	-	6	-	22,75	1,25	
3	4	-	-	-	3	-	-	14,87	9,14	
18	5	9	-	-	-	-	9	21,05	2,95	
3	6	-	-	-	3	-	-	12,30	11,70	
17	7	17	-	-	-	-	-	22,01	1,99	
9	Inst.anex.	-	-	-	9	-	-	24,00	0,00	
lav/dia		26	10	8	15	12	9			
rolhas/dia		910	600	480	900	720	540			
Total Lav/dia		80								
Total rolhas/dia		4150								



2022

Martim Segade Henriques
Nunes Correia

IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO INTEGRADO TLS NUM
SISTEMA PRODUTIVO LEAN