



Luís António Mendonça Vilas

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Melhorias no circuito logístico interno da Unidade Industrial Equipar

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade NOVA de Lisboa

Coorientadora: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de
Matos

Arguente: Professor Doutor Izunildo Fernandes Cabral

Vogal: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Novembro, 2020

Melhorias no circuito logístico interno da Unidade Industrial Equipar

Copyright © Luís António Mendonça Vilas, 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.

Aos meus pais, irmãos e avós

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à orientador Ana Paula Barroso e à coorientadora Virgínia Machado, pelo apoio e disponibilidade que demonstraram durante a realização da presente dissertação.

Gostaria de agradecer à Corticeira Amorim e aos seus colaboradores pela oportunidade que me proporcionaram de crescer a nível pessoal e profissional e de desenvolver um trabalho desafiante para a conclusão desta etapa importante. Queria ainda agradecer ao Engenheiro Mário Cunha pela orientação do trabalho na Unidade Industrial Equipar e aos meus colegas estagiários com quem partilhei esta experiência.

Gostaria de agradecer aos meus pais, avós e à Rita pela motivação, ajuda, apoio e incentivo que me deram ao longo deste trabalho.

Gostaria, ainda, de agradecer aos meus amigos presentes durante toda esta fase que deram a sua contribuição e apoio para que conseguisse concluir esta dissertação.

Resumo

Cada vez mais as organizações enfrentam, não só uma competição forte, mas também um cliente mais exigente. Para combater este ambiente competitivo, as organizações procuram a excelência não se focando apenas nos resultados, mas no processo na sua globalidade e na procura contínua de eliminar desperdícios e ineficiências que elevem os custos e reduzam a produtividade. A Corticeira Amorim tem a consciência de que é necessário procurar continuamente a melhoria dos processos que integram as suas várias unidades industriais dedicadas a produtos derivados da cortiça, principalmente rolhas de cortiça. É nesta procura pela excelência e pela redução de desperdícios na organização que surge a presente dissertação que teve lugar na Unidade Industrial Equipar durante seis meses.

O objetivo da presente dissertação é propor e implementar alterações a nível de equipamento, material ou método de trabalho que melhorem a logística interna da Unidade Industrial Equipar. Para tal recorreram-se aos conceitos do *Lean Manufacturing* e ferramentas da melhoria contínua e foram feitas propostas que visam a eliminação de atividades que não acrescentam valor e a redução de desperdícios nos circuitos logísticos estudados e que promoveram alterações a nível do material de armazenamento e do método de trabalho dos operadores. Foi ainda proposta a expansão do comboio logístico e a realização por um único operador, das tarefas logísticas entre as fábricas.

Conclui-se que, com a implementação das alterações propostas, é possível uma redução de até 39% do tempo de operação do operador da secção de topejamento e de, até, 17% do tempo de operação do operador da secção de lavação. As alterações propostas promovem também a eliminação de atividades de valor não acrescentado que conduziam a ineficiências no processo de abastecimento e criavam constrangimentos à produção. A proposta relacionada com a expansão da operação do comboio logístico ficou em fase de teste com as ferramentas necessárias para uma futura continuação do mesmo. Conclui-se, contudo, que é possível a implementação de mais estações, caso se verifique a alocação a tempo inteiro do operador à operação do comboio logístico.

Palavras-chave: Lean Manufacturing, Kaizen, Melhoria contínua, Trabalho padronizado, Desperdício, Muda

Abstract

Organizations increasingly face not only strong competition, but also a more demanding customer. In order to combat this competitive environment, organizations seek excellence not only focusing on results, but on the process as a whole and on the continuous search to eliminate waste and inefficiencies that increase costs and reduce productivity. Corticeira Amorim is aware that it is necessary to continually seek to improve the processes that integrate its various industrial units dedicated to products derived from cork, mainly cork stoppers. It is in this search for excellence and the reduction of waste in the organization that the present dissertation that took place at the Equipar's Industrial Unit for six months.

The objective of this dissertation is to propose and implement changes in terms of equipment, material or work method that improve the internal logistics of the Equipar Industrial Unit. To this end, the concepts of Lean Manufacturing and tools for continuous improvement were used and proposals were made to eliminate activities that do not add value and to reduce waste in the studied logistic circuits and that promoted changes in the storage material and the operators' working method. It was also proposed to expand the logistics train and carry out logistical tasks between the factories by a single operator.

It was concluded that, with the implementation of the proposed changes, it is possible to reduce up to 39% the operating time of the operator of the topejamento section and up to 17% of the operating time of the operator of the washing section. The proposed changes also promote the elimination of non-added value activities that led to inefficiencies in the supply process and created constraints on production. The proposal related to the expansion of the logistics train operation was in the test phase with the necessary tools for its future development. It was concluded, however, that it is possible to implement more stations, if the operator's full-time allocation to the operation of the logistics train is verified.

Keywords: Lean Manufacturing, Kaizen, Continuous Improvement, Standard Work, Waste, Muda

Lista de Acrónimos

ADV - *Advantec*

AGLO – Fábrica Aglomerada

EQD – Equipar Distribuição

FIFO – *First In First Out*

MES - *Manufacturing Execution Systems*

PDCA – *Plan,do,check,act*

ROSA – Rate of Optimal Steam Application

SDCA – *Standardize,do,check,act*

SPM – Supermercado

TCA – 2,4,6 Tricloroanisol

TPS – Toyota Production System

TT – Fábrica Twin Top

UI – Unidade Industrial

VA – Valor Acrescentado

VNA – Valor Não Acrescentado

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work In Progress*

Índice

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.3 METODOLOGIA	2
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
2 LEAN MANUFACTURING E A LOGÍSTICA INTERNA	7
2.1 <i>LEAN MANUFACTURING E TOYOTA PRODUCTION SYSTEM</i>	7
2.1.1 <i>Princípios do Lean Manufacturing</i>	8
2.1.2 <i>Muda, Muri, Mura e os oito desperdícios</i>	11
2.1.3 <i>Value Stream Mapping</i>	15
2.1.4 <i>Kaizen e a Melhoria contínua</i>	15
2.1.4.1 <i>Ciclos PDCA e SDCA</i>	18
2.1.5 <i>Princípios de fluxo pull com o kaizen</i>	19
2.1.5.1 <i>Qualidade primeiro</i>	20
2.1.5.2 <i>Orientação para o Gemba</i>	20
2.1.5.3 <i>Eliminação de desperdício</i>	21
2.1.5.4 <i>Desenvolvimento das pessoas</i>	21
2.1.5.5 <i>Standard work</i>	22
2.1.5.6 <i>Processo e resultados</i>	22
2.1.5.7 <i>Pensamento de fluxo pull</i>	22
2.1.6 <i>Ferramentas da Qualidade</i>	23
2.1.6.1 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	23
2.1.6.2 <i>Diagrama de Pareto</i>	24
2.1.6.3 <i>Análise ABC</i>	25
2.1.6.4 <i>Fluxograma</i>	25
2.2 <i>LOGÍSTICA INTERNA</i>	26
2.2.1 <i>Diagrama de Esparguete</i>	26
2.2.2 <i>Sistema Kanban</i>	27
2.2.3 <i>Takt time</i>	29
2.2.4 <i>Supermercado</i>	29
2.2.5 <i>Ciclo Mizusumashi</i>	30
2.2.5.1 <i>Abastecimento tradicional vs abastecimento Mizusumashi</i>	31
2.2.6 <i>Síntese do capítulo</i>	32
3 UNIDADE INDUSTRIAL EQUIPAR. ESTUDO DE CASO	33
3.1 <i>ORIGEM E NEGÓCIO DA CORTICEIRA AMORIM SGPS, S.A.</i>	33
3.2 <i>UNIDADE INDUSTRIAL EQUIPAR</i>	34
3.2.1 <i>Produtos</i>	35
3.2.2 <i>Equipamentos de movimentação e transporte</i>	36

3.2.3	<i>Material de armazenagem</i>	37
3.3	LAYOUT DA UNIDADE INDUSTRIAL EQUIPAR	38
3.4	FABRICAÇÃO DE ROLHAS DE CORTIÇA	42
3.4.1	<i>Fluxo de informação</i>	44
3.4.2	<i>Processo produtivo de rolhas aglomeradas – Fábrica AGLO</i>	47
3.4.3	<i>Processo produtivo de rolhas Twin Top – Fábrica TT</i>	48
3.4.4	<i>Processo produtivo de rolhas marcadas – Fábrica EQD</i>	49
3.5	COMBOIO LOGÍSTICO - CICLO MIZUSUMASHI	50
3.6	SÍNTESE DO CAPÍTULO	54
4	PROPOSTAS DE MELHORIA E EXPANSÃO DO CICLO MIZUSUMASHI	55
4.1	CARACTERIZAÇÃO DOS CIRCUITOS LOGÍSTICOS INTERNOS	55
4.2	DESPERDÍCIOS NA CADEIA DE VALOR	60
4.2.1	<i>Propostas de melhoria</i>	67
4.2.2	<i>Alterações complementares à secção do topejamento</i>	70
4.3	ANÁLISE DO COMBOIO LOGÍSTICO EXISTENTE	71
4.4	EXPANSÃO DO CICLO MIZUSUMASHI À FÁBRICA TWIN TOP	74
4.4.1	<i>Ação 1 - Adequação das carruagens para transporte de cestos com rodas</i>	76
4.4.2	<i>Ação 2 - Criação de kanbans de transporte e introdução do loop entre as secções de lavação e topejamento</i>	77
4.4.3	<i>Ação 3 - Criação de folha de registo de stock</i>	78
4.4.4	<i>Ação 4 - Reformulação da norma do comboio logístico e formação dos operadores e chefia envolvida</i>	79
4.4.5	<i>Ação 5 - Elaboração do horário adequado à frequência de abastecimento necessária para cada secção produtiva (marcação na fábrica EQD, topejamento na fábrica TT e lavação na fábrica AGLO)</i>	81
4.4.6	<i>Ação 6 - Desenvolvimento de indicadores de desempenho para avaliar o desempenho geral do comboio logístico no ciclo Misuzumashi</i>	82
4.4.7	<i>Ação 7 - Controlo do desempenho do comboio logístico com a introdução da nova rota</i>	84
4.5	SÍNTESE DE CAPÍTULO	86
5	CONCLUSÕES	89
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
	ANEXO A – PRODUTOS VENDIDOS PELA CORTICEIRA AMORIM	97
	ANEXO B – HISTÓRICO DE REGISTOS DE UNIDADES PRODUZIDAS (JAN2018-MAR2019)	99
	ANEXO C – REGISTOS DAS CRONOMETRAGEM DAS TAREFAS 1 E 2	101
	ANEXO D – TEMPLATE USADO PARA O ESTUDO DAS TAREFAS E PROPOSTAS DE MELHORIA	103

ANEXO E – KANBAN DE TRANSPORTE PROPOSTO	104
ANEXO F – NORMA TESTE DO COMBOIO LOGÍSTICO	105
ANEXO G – HORÁRIO DO COMBOIO LOGÍSTICO PARA A SECÇÃO DE LAVAÇÃO NA FÁBRICA AGLOMERADA.....	107

Lista de Figuras

FIGURA 1.1 – CRONOGRAMA PARA A REALIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
FIGURA 1.2 - METODOLOGIA SEGUIDA NA PRESENTE DISSERTAÇÃO	3
FIGURA 2.1 - CASA DO <i>TOYOTA PRODUCTION SYSTEM</i>	8
FIGURA 2.2 - BENEFÍCIOS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	9
FIGURA 2.3 - ILUSTRAÇÃO DA REDUÇÃO DE TEMPO DE VALOR NÃO ACRESCENTADO (VNA) COM A APLICAÇÃO DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> NA CADEIA DE VALOR	12
FIGURA 2.4 - O 3M, MURA, MURI E MUDA	13
FIGURA 2.5 - <i>KAIZEN CONTINUUM</i>	16
FIGURA 2.6 - RELAÇÃO ENTRE O PROCESSO <i>KAIZEN</i> E OS TIPOS DE COMPETÊNCIAS	17
FIGURA 2.7 - CICLO PDCA (CICLO DE MELHORIA)	18
FIGURA 2.8 - CICLO SDCA (CICLO DE ESTABILIZAÇÃO E PADRONIZAÇÃO)	19
FIGURA 2.9 - CICLOS PDCA E SDCA PARA A MELHORIA DO PROCESSO NO CONTEXTO <i>KAIZEN</i>	19
FIGURA 2.10 - PRINCÍPIOS DO <i>GEMBA</i>	21
FIGURA 2.11 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE ISHIKAWA OU DE CAUSA-EFEITO	23
FIGURA 2.12 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE PARETO	24
FIGURA 2.13 - EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE ESPARGUETE	26
FIGURA 2.14 - EXEMPLO DE UM CARTÃO <i>KANBAN</i>	27
FIGURA 2.15 - <i>KANBAN LOOP</i> : <i>KANBAN</i> DE TRANSPORTE INTERNO	28
FIGURA 2.16 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO TRADICIONAL (ESQUERDA) E SISTEMA DE ABASTECIMENTO <i>MIZUSUMASHI</i> (DIREITA)	30
FIGURA 2.17 - ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO <i>MIZUSUMASHI</i>	31
FIGURA 3.1 - ORGANIGRAMA DA CORTICEIRA AMORIM SGPS, S.A.	33
FIGURA 3.2 - DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES INDUSTRIAIS E DE DISTRIBUIÇÃO NO MUNDO	34
FIGURA 3.3 - CALIBRES <i>STANDARD</i> ASSOCIADOS AOS PRODUTOS CORRESPONDENTES	35
FIGURA 3.4 - EQUIPAMENTOS DE MOVIMENTAÇÃO E DE TRANSPORTE UTILIZADOS NA EQUIPAR (NÃO INCLUI TUBAGENS NEM TAPETES)	36
FIGURA 3.5 - EQUIPAMENTOS DE ARMAZENAGEM UTILIZADOS NA UI EQUIPAR (NÃO INCLUI BUFFERS-SILOS)	37
FIGURA 3.6 - LAYOUT DA UI EQUIPAR COM A IDENTIFICAÇÃO DAS SECÇÕES PRODUTIVAS	39
FIGURA 3.7 - CESTOS FORA DA ZONA DELIMITADA OBSTRUINDO A PASSAGEM E IMPOSSIBILITANDO A MANOBRABILIDADE DO COMBOIO LOGÍSTICO	40
FIGURA 3.8 - CESTOS EMPILHADOS EM ZONA DE PASSAGEM DE EMPILHADORES	40
FIGURA 3.9 - ZONAS DE PERMANÊNCIA DE <i>WIP</i> EM CESTOS, <i>BIGBAGS</i> E PALOTES	41
FIGURA 3.10 - PROCESSO DE FABRICO DE ROLHAS DE CORTIÇA DA UI EQUIPAR (APÓS O PROCESSO DA TRITURAÇÃO)	43
FIGURA 3.11 - QUADRO DE PRODUÇÃO DA SECÇÃO DE EMBALAGEM DA FÁBRICA TT	45
FIGURA 3.12 - QUADRO DE DECLARAÇÃO DA PRODUÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DE PRODUÇÕES INFERIORES AO PLANEADO	45
FIGURA 3.13 - NORMA DE FUNCIONAMENTO DO COMBOIO LOGÍSTICO	46
FIGURA 3.14 - <i>KANBAN</i> DE IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO	46

FIGURA 3.15 - TRANSFERÊNCIA DE ROLHAS DE CESTOS METÁLICOS MÉDIOS PARA CESTOS PEQUENOS	47
FIGURA 3.16 - CARRUAGEM DO COMBOIO LOGÍSTICO.....	50
FIGURA 3.17 - ROTA REALIZADA PELO COMBOIO LOGÍSTICO	51
FIGURA 3.18 - CICLO MIZUSUMASHI REALIZADO PELO COMBOIO LOGÍSTICO	52
FIGURA 4.1 - DIAGRAMA DE ESPARGUETE DAS ROTAS FREQUENTEMENTE REALIZADAS COM EMPILHADOR ENTRE AS FÁBRICAS TT E EQD	56
FIGURA 4.2 - DIAGRAMA DE ESPARGUETE DAS ROTAS FREQUENTEMENTE REALIZADAS COM EMPILHADOR ENTRE AS FÁBRICAS TT E AGLO	57
FIGURA 4.3 - DIAGRAMA DE ESPARGUETE DAS ROTAS FREQUENTEMENTE REALIZADAS COM EMPILHADOR/COMBOIO LOGÍSTICO ENTRE AS FÁBRICAS EQD E AGLO	58
FIGURA 4.4 - NÚMERO DE UNIDADES TRANSPORTADAS EM CADA CIRCUITO	59
FIGURA 4.5 - DIAGRAMA DE PARETO DO NÚMERO MÉDIO DE UNIDADES NECESSÁRIAS TRANSPORTADAS DIA.....	60
FIGURA 4.6 - ANÁLISE ABC DOS CALIBRES PRODUZIDOS PELA FÁBRICA EQD	61
FIGURA 4.7 - PONTOS KAIZEN NAS SECÇÕES DE TOPEJAMENTO E LAVAÇÃO.....	62
FIGURA 4.8 - QUADRO DE PRODUÇÃO DA SECÇÃO DE TOPEJAMENTO.....	62
FIGURA 4.9 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA DO PROBLEMA "PARAGEM DAS MÁQUINAS DO TOPEJAMENTO" E DAS CAUSAS SELECIONADAS A LARANJA.....	63
FIGURA 4.10 - CESTO METÁLICO MÉDIO COM "RESTOS DE LAVAÇÃO"	64
FIGURA 4.11 - CESTO MÉDIO COM A MEDIDA DA MEIA LAVAÇÃO	67
FIGURA 4.12 - RODA COM APOIO FIXO (ESQUERDA) E RODA LOUCA (DIREITA).....	69
FIGURA 4.13 - <i>STANDARD WORK</i> PARA CUMPRIMENTO DO NÍVEL DA LAVAÇÃO E REPOSIÇÃO DO CESTO VAZIO	70
FIGURA 4.14 - PARTE DO QUADRO DE PRODUÇÃO NA SECÇÃO DE TOPEJAMENTO	71
FIGURA 4.15 - MANGA UTILIZADA NAS GIRAFAS PARA O ENCAMINHAMENTO DAS ROLHAS.....	71
FIGURA 4.16 - REDISTRIBUIÇÃO DAS TAREFAS DO OPERADOR LOGÍSTICO DA EQD.....	73
FIGURA 4.17 - ESTAÇÃO Nº4 NA SECÇÃO DO TOPEJAMENTO.....	74
FIGURA 4.18 - ROTAS PERCORRIDAS PELO COMBOIO ENTRE AS SECÇÕES DE TOPEJAMENTO E LAVAÇÃO.....	75
FIGURA 4.19 - PLANO DE AÇÃO PARA O TESTE DA NOVA ROTA.....	76
FIGURA 4.20 - ADEQUAÇÃO DAS CARRUAGENS PARA CESTOS COM RODAS	77
FIGURA 4.21 - <i>LOOP</i> DO <i>KANBAN</i> DE TRANSPORTE (ESQUERDA) E <i>KANBAN</i> DE TRANSPORTE (DIREITA)	77
FIGURA 4.22 - FOLHA DE REGISTO DO <i>STOCK</i> NA SECÇÃO DE TOPEJAMENTO.....	79
FIGURA 4.23 - MÉTODO OPERATIVO DO COMBOIO LOGÍSTICO	80
FIGURA 4.24 - NORMA SEGUIDA DURANTE O TESTE DO COMBOIO LOGÍSTICO.....	81
FIGURA 4.25 - HORÁRIO DO COMBOIO LOGÍSTICO DURANTE O TESTE	82
FIGURA 4.26 - CICLO PDCA PARA A FASE DE TESTE NA IMPLEMENTAÇÃO DA NOVA ROTA DO CICLO <i>MIZUSUMASHI</i> ..	86
FIGURA 4.27 - SITUAÇÃO ATUAL VS SITUAÇÃO PROPOSTA.....	88

Lista de Tabelas

TABELA 2.1 - COMPARAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO EM MASSA E <i>LEAN MANUFACTURING</i>	11
TABELA 2.2 - ABASTECIMENTO TRADICIONAL VS ABASTECIMENTO <i>MIZUSUMASHI</i>	31
TABELA 3.1 - DIMENSÕES E VALOR RELATIVO DOS 3 TIPOS DE GRANULADO	35
TABELA 3.2 - NÚMERO DE EMPILHADORES EM CADA FÁBRICA.....	36
TABELA 3.3 - TAREFAS REALIZADAS PELO OPERADOR LOGÍSTICO DA EQD DURANTE O CICLO <i>MIZUSUMASHI</i>	52
TABELA 3.4 - TAREFAS REALIZADAS PELO OPERADOR LOGÍSTICO DA EQD	53
TABELA 4.1 - TABELA RESUMO COM O NÚMERO MÉDIO DE UNIDADES TRANSPORTADAS POR SEMANA EM CADA UM DOS CIRCUITOS ANALISADOS	59
TABELA 4.2 - MEDIÇÃO DOS ELEMENTOS NA TAREFA 1 QUE É DESEMPENHADA PELO OPERADOR DO TOPEJAMENTO QUANDO O CESTO ESTÁ CHEIO	65
TABELA 4.3 - MEDIÇÃO DOS ELEMENTOS DURANTE A TAREFA 2 QUE É DESEMPENHADA PELO OPERADOR DA LAVAÇÃO QUANDO VERIFICA A NECESSIDADE DE ABASTECIMENTO DE UMA DAS MÁQUINAS	66
TABELA 4.4 - REDUÇÃO DE TEMPO ESTIMADO POR DIA, NAS TAREFAS 1 E 2, COM AMBAS AS ALTERAÇÕES IMPLEMENTADAS	70
TABELA 4.5 - TAREFAS REALIZADAS REGULARMENTE PELO OPERADOR LOGÍSTICO DA EQD	72

1 Introdução

O presente capítulo visa enquadrar o trabalho realizado ao longo da dissertação, apresentar os objetivos que se pretendem alcançar, a metodologia utilizada no desenvolvimento do trabalho e a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Portugal é o maior produtor e exportador de cortiça a nível mundial (*Presença Mundial, Corticeira Amorim - Corticeira Amorim, Líder Mundial Setor Cortiça*, 2020). Milhões de rolhas são produzidas diariamente em todo o país, fazendo destas e da cortiça produtos muito importantes para a economia portuguesa. A Corticeira Amorim investe constantemente na inovação dos seus produtos e na melhoria dos seus processos de transformação da cortiça. Procura aproveitar as propriedades da cortiça ao máximo tornando o seu processo mais eficiente e de mais elevada qualidade todos os dias. Tendo sempre o cliente em mente, a Corticeira Amorim não cessa a sua procura pela modernização dos seus produtos e pela satisfação dos seus clientes, tanto o consumidor final, como os clientes internos da empresa.

A presente dissertação enquadra-se na unidade curricular Dissertação em Engenharia e Gestão Industrial que integra o Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. O trabalho foi desenvolvido numa unidade industrial de produção de rolhas de cortiça, a Unidade Industrial Equipar, que pertence ao grupo Amorim.

A Corticeira Amorim possui um programa semestral de estagiários, com duração de seis meses, a nível nacional que visa o desenvolvimento de vários projetos que vão ao encontro de decisões estratégicas da empresa. A presente dissertação insere-se no projeto de melhoria da logística interna da Unidade Industrial Equipar. Visa a utilização dos pensamentos e conceitos do *Lean Manufacturing* e da melhoria contínua para elevar o desempenho das operações logísticas entre as fábricas da Unidade Industrial Equipar. Projetos anteriores tiveram o seu foco em cada fábrica individualmente onde se alcançaram melhorias nas operações logísticas e de produção de cada fábrica de forma independente.

Apesar dos departamentos da Unidade Industrial Equipar comunicarem entre si, notam-se constrangimentos e dificuldades a nível logístico, como a existência de atividades redundantes e desnecessárias no transporte de material entre as fábricas. O presente projeto visa estudar com maior profundidade todos os circuitos logísticos internos entre as fábricas e analisar oportunidades de melhoria para aproximar a produção ao sistema *just-in-time*, através da uniformização do modo de abastecimento com o comboio logístico e da eliminação de desperdícios ao longo da cadeia de valor.

1.2 Objetivos

A presente dissertação tem como principal objetivo propor e implementar, quando possível, de alterações a nível de equipamento, material ou método de trabalho que melhore a logística interna da Unidade Industrial Equipar.

Com as propostas de melhoria feitas no decorrer do trabalho, pretende-se:

- i) reduzir e eliminar desperdícios nos circuitos logísticos entre as fábricas *Twin Top*, Aglomerada e Distribuição;
- ii) reduzir a dependência do empilhador na realização de determinadas tarefas;
- iii) reduzir erros;
- iv) reduzir tempo execução de tarefas;
- v) melhorar a gestão visual e padronizar o trabalho realizado na cadeia de valor analisada.

O trabalho tem ainda outra componente, a de expansão do comboio logístico para um melhor aproveitamento do recurso e melhor desempenho das secções produtivas. Para o efeito é proposta uma nova rota para poderem ser atribuídas as tarefas logísticas desenvolvidas entre as fábricas a um único operador, para permitir um melhor desempenho dos operadores dedicados às secções produtivas. A atribuição das funções logísticas ao operador logístico do comboio permite que os operadores da produção se dediquem exclusivamente às funções diretamente relacionadas com a sua secção.

1.3 Metodologia

Para o desenvolvimento da dissertação foi importante a definição de todas as etapas necessárias para a sua realização. Elaborou-se assim um cronograma, como ilustrado na Figura 1.1, com as etapas e o tempo que caberia a cada uma.

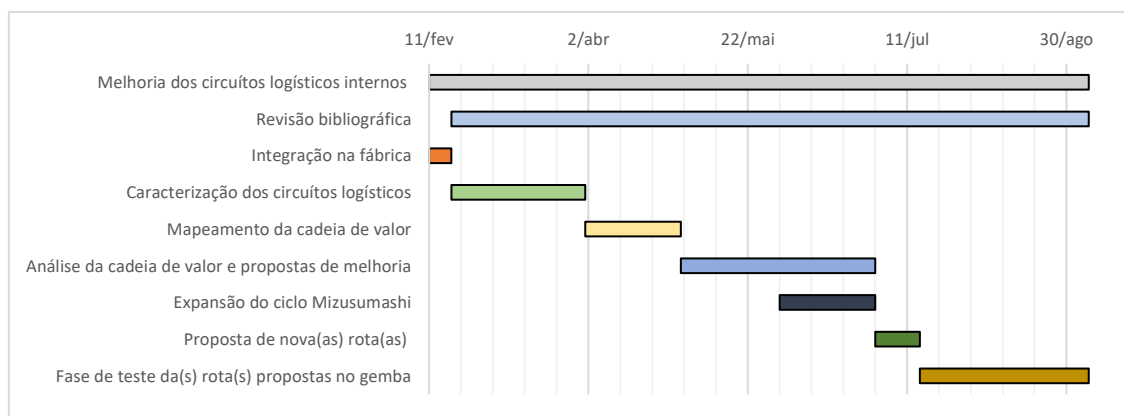


Figura 1.1 – Cronograma para a realização da dissertação

A metodologia seguida no desenvolvimento da presente dissertação segue os passos descritos no fluxograma da Figura 1.2.

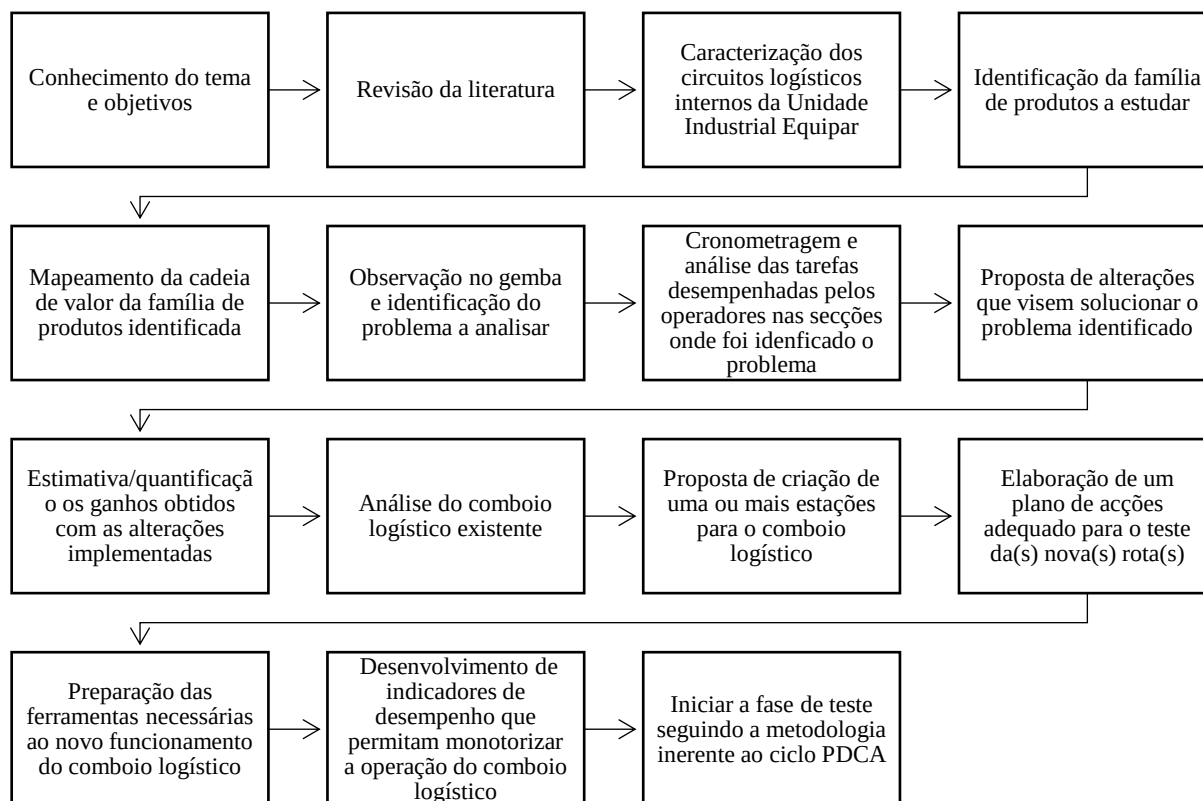


Figura 1.2 - Metodologia seguida na presente dissertação

A integração na fábrica passou pela permanência no chão de fábrica a grande maioria do tempo para facilitar o contacto com os operadores e conhecer tanto o processo produtivo como os circuitos logísticos inerentes.

Após a integração na fábrica conhecendo a Unidade Industrial Equipar, iniciou-se o estudo da literatura que se estende a todo o período da dissertação. Paralelamente, iniciou-se a caracterização de todos os circuitos logísticos, com foco na interação entre as três fábricas: fábrica Aglomerada, fábrica *Twin Top* e fábrica de Distribuição. Esta caracterização passou pelo conhecimento e análise dos circuitos existentes e do material de armazenamento e equipamento utilizado nos transportes/movimentação, bem como do número de unidades transportadas/movimentadas em cada circuito. Para o efeito, foram utilizadas algumas ferramentas, nomeadamente o diagrama de Pareto e o diagramas de esparguete.

Feita a caracterização dos circuitos logísticos, passou-se ao mapeamento da cadeia de valor para identificação de desperdícios e identificação de problemas no abastecimento das secções produtivas e no método de trabalho dos operadores. Utilizou-se o diagrama de *Ishikawa* para a identificação das possíveis causas de um problema identificado à priori, nomeadamente o tempo excessivo de paragem das máquinas do topejamento, e para a tomada de decisão de quais as causas onde atuar e dirigir os esforços do presente estudo.

Após a análise das causas do problema identificado, foram propostas alterações ao material de armazenagem utilizado nas secções de topejamento da fábrica *Twin Top* e de lavagem da fábrica Aglomerada. Para o efeito, foi estudado o trabalho dos operadores, em ambas as secções, recorrendo à cronometragem das tarefas analisadas e identificadas para melhoria. Para avaliar os resultados destas alterações foram usados dois indicadores de desempenho, nomeadamente um que mede o número de cestos não conformes com as medidas estipuladas e outro que mede tempo de paragem das máquinas após um cesto estar cheio.

Iniciou-se o estudo para a expansão do ciclo *Mizusumashi*. Em primeiro lugar realizou-se a análise do trabalho do operador logístico responsável pela operação do comboio logístico. Após ter sido analisada a sua carga laboral, foi proposta uma nova estruturação das suas tarefas e também da equipa de logística interna e de um operador polivalente. Fez-se a proposta de uma nova rota que passa pelas secções de topejamento da fábrica *Twin Top* e de lavagem da fábrica Aglomerada, para normalizar o processo de abastecimento entre as fábricas e facilitar a recolha de cestos vazios de volta da secção da lavagem da fábrica Aglomerada para a secção de topejamento.

Por fim, passou-se à fase de teste da nova rota. Elaborou-se um plano de ações sequenciais para o teste da nova rota e indicadores de desempenho para a sua monitorização. Implementou-se então o plano de ações tentando introduzir a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), uma vez que se procura a melhoria contínua. Foi acompanhado presencialmente no chão de fábrica, onde se procurou corrigir constrangimentos e problemas que foram sendo encontrados, para que o sistema de abastecimento funcione de forma fluída.

Estas propostas procuram ir ao encontro dos conceitos do *Lean Manufacturing* e de melhoria contínua para eliminar e reduzir continuamente o desperdício na Unidade Industrial Equipar.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em cinco capítulos que se apresentam divididos da seguinte forma:

Capítulo 1 – É feita a introdução ao projeto desenvolvido onde é feito o enquadramento do mesmo e se apresentam os seus objetivos. É apresentada, também, a metodologia seguida durante a realização do trabalho.

Capítulo 2 – Neste capítulo é feito o enquadramento teórico onde são reunidos os conceitos e ferramentas associados ao *Lean Manufacturing* e à logística interna em ambiente industrial. São assim abordados conceitos relativos à melhoria contínua e ao *Kaizen* onde é dado ênfase à importância do envolvimento de todas as pessoas numa mentalidade de melhoria contínua para a identificação e eliminação de desperdícios na cadeia de valor da empresa. Foram assim introduzidos conceitos que serviram de orientação e as ferramentas que serviram de base ao projeto desenvolvido.

Capítulo 3 – É apresentada a empresa Corticeira Amorim SGPS, SA., a sua origem e o seu negócio. Foco na descrição do fluxo produtivo entre três fábricas da Unidade Industrial Equipar onde é realizada a presente dissertação. O capítulo apresenta o *layout* atual da unidade, os equipamentos de transporte/movimentação e os materiais de armazenagem utilizados em cada secção produtiva. São ainda apresentados alguns possíveis pontos de melhoria e o trabalho realizado pelo operador logístico responsável pelo comboio logístico. Aborda-se, ainda, a questão da reposição de cestos vazios, necessários à produção, às secções produtivas e a sua importância.

Capítulo 4 – O capítulo foca a análise dos circuitos logísticos internos da Unidade Industrial Equipar entre as fábricas da *Twin Top*, fábrica Aglomerada e fábrica de Distribuição. É identificado um problema de tempo excessivo de paragem das máquinas na secção de topejamento e são propostas alterações aos materiais de armazenamento e, por sua vez, ao método de trabalho que visam a redução do número de paragens e tempo global de paragem da secção. Propõe-se ainda a expansão do ciclo *Mizusumashi* à secção do topejamento e todas as alterações e passos necessários para a sua implementação.

Capítulo 5 – No último capítulo são apresentadas as principais conclusões resultantes do trabalho desenvolvido ao longo do projeto. São, também, apresentados alguns constrangimentos encontrados durante o trabalho e propostas de trabalho futuro.

2 *Lean manufacturing* e a logística interna

O capítulo reúne conceitos e ferramentas associados ao *Lean Manufacturing*, *Kaizen*, melhoria contínua, desperdícios na cadeia de valor e *Standard Work*. Numa primeira fase é abordada a origem do *Lean Manufacturing*, bem como ferramentas de melhoria contínua. É ainda revisto o desenvolvimento de pessoas para um trabalho *standard* e menos suscetível a erros e desperdícios. É abordado também o tema da logística interna em ambiente fabril, terminando com a comparação entre um sistema de abastecimento tradicional e um sistema de abastecimento fluído com especial referência ao ciclo *Mizusumashi*.

2.1 *Lean Manufacturing* e *Toyota Production System*

Com o fim de segunda guerra mundial e os contínuos esforços para competir com a indústria automóvel ocidental, desenvolveu-se o *Toyota Production System* (TPS) com vista ao aumento da produtividade e redução de custos (Monden, 2011). Este sistema de produção baseou-se no desejo de produzir num fluxo contínuo que não se apoia numa produção longa e extensa para ser eficiente, pois percebeu-se que apenas uma pequena porção de todo o tempo de produção e esforço no processo acrescenta valor para o cliente final (Melton, 2005).

O TPS foi inspirado pelo sistema de produção em massa de Henry Ford e dos seus princípios, adaptando o início da produção em massa ao sistema de produção sincronizada da *Ford Motor Company* (Kehr and Proctor, 2017). Eiji Toyoda, fundador da *Toyota Motor Company*, apercebeu-se que com algumas modificações e adaptações do sistema de Henry Ford, poderia trazer grandes benefícios ao sistema de produção para a Toyota (Womack, Jones and Roos, 2007). Womack e Jones (1997) introduzem o conceito do *Lean Production*, associado ao sistema de produção da Toyota que visa a mais alto nível de qualidade ao mais baixo custo e no menor tempo de entrega possível através da eliminação de desperdícios em todas as áreas.

A Figura 2.1 representa, de uma forma simplificada, a casa do TPS, não como uma filosofia, mas sim como um conjunto de ferramentas e práticas dum sistema de produção complexo que promovem o aumento da produtividade, pela redução e eliminação dos *Mudas* (*Muda* - termo referente a desperdício em japonês), *stocks* e *setups*, ao contrário da produção em massa de Henry Ford. A casa do TPS foi desenvolvida por Taichii Ohno com o intuito de facilitar a compreensão e a aprendizagem do TPS.

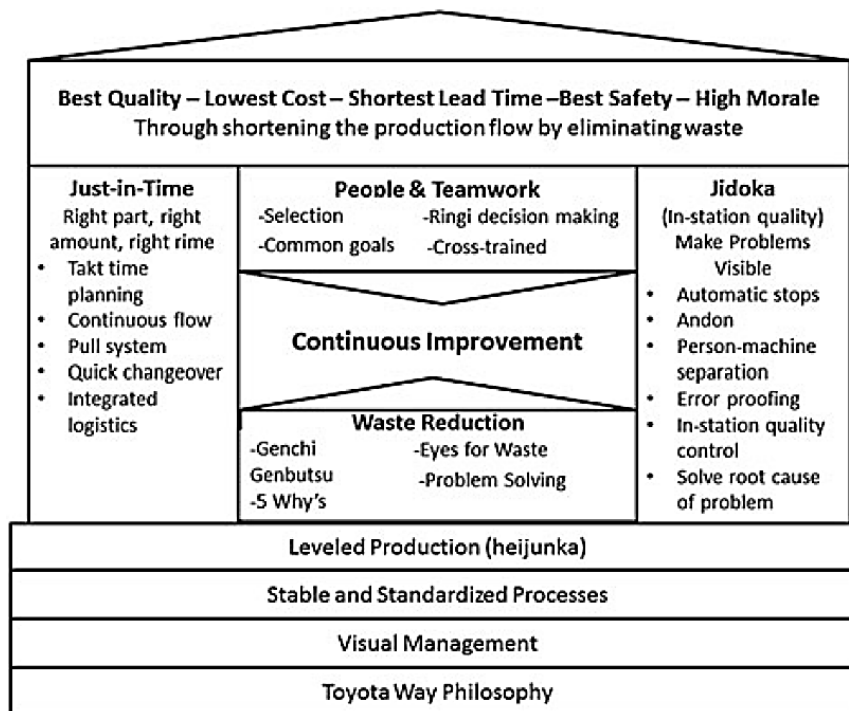


Figura 2.1 - Casa do *Toyota Production System*

Fonte: Kehr and Proctor, (2017)

A casa do TPS está assente em dois pilares, *Just-in-time* e *Jidoka*, onde o seu telhado representa os objetivos e o chão os seus princípios fundamentais. Estes elementos principais requerem processos *standard*, estáveis e fiáveis.

O primeiro pilar, *Just-in-time*, refere-se à produção no momento certo, na quantidade certa e o produto certo. O conjunto de princípios e ferramentas deste pilar, como o sistema de produção *pull* e a logística integrada nos processos, permitem reduzir significativamente os *stocks* entre os processos e mover a produção no sentido do *one-piece-flow*, uma unidade ao ritmo da procura do cliente.

O segundo pilar, *Jidoka*, procura a prática de impedir que qualquer tipo de defeito passe para o processo seguinte. Tal consegue-se através de “processos à prova de erro” com a introdução de sistemas de identificação de erros com alertas visuais ou sonoros e controlo da qualidade no próprio posto. No centro da casa encontram-se as pessoas, cultura da empresa e a mentalidade de melhoria contínua com foco na redução de Mudras (Kehr and Proctor, 2017).

2.1.1 Princípios do *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* começa com o cliente e com a definição do “valor” como as características e qualidades que vão de encontro às necessidades e aos requisitos do cliente. Posto isto, um processo de manufatura é apenas um veículo que entrega valor, ou seja, um produto, a

um cliente (Melton, 2005). A difusão do *lean thinking* e os resultados alcançados nas áreas de operações/manufatura, gestão da cadeia de abastecimento e empresarial mostrou a sua grande capacidade de adaptação. Os seus princípios podem ser aplicados em qualquer indústria, independentemente de se apresentarem como processos de baixo volume, mas grande complexidade ou produções de grande volume e altamente padronizados (Lyons *et al.*, 2013). De uma forma resumida pode afirmar-se que, o sistema do *Lean Manufacturing* relaciona as melhorias no desempenho no âmbito da manufatura, com três pontos (Lewis, 2000):

- A melhoria no fluxo de material e informação em todas as áreas da organização;
- A ênfase na encomenda do cliente ao invés da produção empurrada;
- O compromisso com a melhoria contínua que é possibilitada pelo desenvolvimento das pessoas.

Os benefícios que advêm da boa implementação do *Lean Manufacturing*, ilustrados na Figura 2.2, são principalmente (Melton, 2005):

- i. Redução do tempo de entrega ao cliente desde que este põs a encomenda (*Lead Time*);
- ii. Redução de *stock* para o produtor, uma melhor gestão dos recursos;
- iii. Processo mais robusto com menos erros, logo, menos reproprocessamento;
- iv. Redução dos custos associados ao processo;
- v. Redução dos desperdícios encontrados no processo;
- vi. Melhor e mais profunda compreensão do processo produtivo;

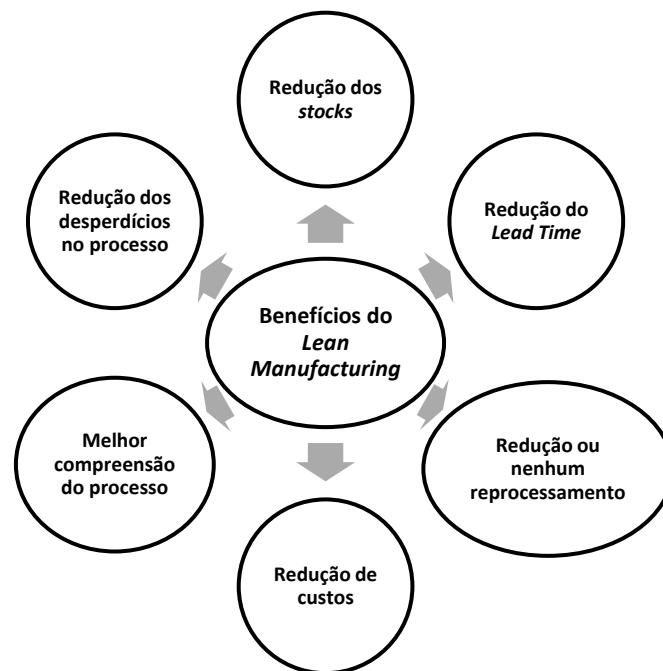


Figura 2.2 - Benefícios do *Lean Manufacturing*

Adaptado de: Melton (2005)

Podendo ser aplicado a todos os processos da cadeia de abastecimento, o *Lean Manufacturing* deve ser implementado para aumentar a velocidade de resposta a uma nova encomenda e, por consequência, ter impacto financeiro positivo para a empresa. A percepção de que um processo já é eficiente pode, por vezes, dificultar a aplicação do *Lean Manufacturing*. No entanto, esta percepção é muitas vezes uma ilusão e a implementação dum pensamento *Lean* pode revelar constrangimentos e oportunidades de redução de desperdícios em toda a cadeia de valor (Melton, 2005).

O *Lean Manufacturing* e as suas ferramentas assentam em 5 princípios fundamentais (Womack and Jones, 2004), nomeadamente:

1. **Valor:** Especificação clara, na perspetiva do cliente, que acrescenta valor ao produto. Passa pela identificação das características e qualidades do produto ou serviço, que vão ao encontro das necessidades e expectativas do cliente a nível da qualidade, tempo de entrega e quantidade. São estas as características que o cliente está disposto a pagar, ou seja, o cliente está mais satisfeito quanto maior for a valor apresentado pelo produto ou serviço.
2. **Cadeia de valor:** Conjunto de todos os processos que acrescentam valor ao produto ou serviço. Procura-se identificar todos processos presentes na cadeia de produção e logística realçando os desperdícios na cadeia de valor para eliminá-los ou reduzi-los o máximo possível.
3. **Fluxo contínuo:** Todo o processo tem de ser contínuo. As atividades ou processos que criam e acrescentam valor não podem sofrer interrupções. Incluem-se todos os tipos de fluxos, quer de informação, produção ou fluxos inversos.
4. **Sistema Pull:** É dada ordem de produção apenas para o que o cliente encomenda, e por isso, puxa. Não se produz para *stock*, apenas se dá início ao processamento do produto após a encomenda do cliente ter sido realizada.
5. **Perfeição:** Procura constante de alcançar a perfeição em todo o processo seguindo os princípios da melhoria contínua (Panwar *et al.*, 2015).

Melton (2005), compara o método de produção em massa com o *Lean Manufacturing*, onde a produção em massa apresentava produções padronizadas longas com baixa variedade de produto para assegurar um menor custo de produção e por consequência, um preço mais baixo para o cliente (Tabela 2.1). Logo, na produção em massa o cliente não tem uma grande escolha relativamente à diversidade de produtos pois, como disse Henry Ford, “Produzo o carro que o cliente quiser, desde que seja preto”. Ao contrário do sistema de produção de Ford, o *Lean Manufacturing* presa-se por um método que necessita apenas de metade do esforço humano, metade das horas para desenvolvimento de um novo produto em metade do tempo.

Tabela 2.1 - Comparação entre a produção em massa e *Lean Manufacturing*

	Produção em massa	<i>Lean Manufacturing</i>
Princípio	Henry Ford	Toyota
Pessoas – área de desenvolvimento	Profissionais pouco especializados	Equipas de trabalhadores multifacetados em todos os níveis da organização
Pessoas – área de produção	Profissionais com poucas ou nenhuma qualificações	Equipas de trabalhadores multifacetados em todos os níveis da organização
Equipamento	Maquinaria dispendiosa com longos tempos de <i>setup</i> e pouco flexíveis na produção	Sistemas automatizados e manuais com capacidade para grandes volumes de produção e alta variedade
Método de produção	Grandes volumes de produtos <i>standard</i>	Produtos diversificados de acordo com a encomenda do cliente
Filosofia organizacional	Hierárquica – a gestão de topo assume a responsabilidade	Responsabilidade distribuída pela cadeia de valor, em todos os segmentos da organização. Confia-se no juízo crítico do indivíduo
Pensamento	Produzir bem o suficiente. “O que interessa é produzir, não interessa como.”	Apontar para a perfeição. “É tão importante o que produzimos como a forma como produzimos.”

Adaptado de: Womack and Jones (2004) e Melton (2005)

2.1.2 Muda, Muri, Mura e os oito desperdícios

Em todas as empresas existem atividades que acrescentam valor para o cliente, assim como atividades que não acrescentam qualquer tipo de valor (Figura 2.3). Estas podem ser categorizadas em três tipos (Schulze and Störmer, 2011):

- **Tipo 1:** Todas as atividades que acrescentam valor na perspetiva do cliente, denominam-se por atividades de valor acrescentado (VA). As atividades de valor acrescentado são atividades que o cliente está disposto a pagar por uma porção do valor do produto final.
- **Tipo 2:** Atividades que não acrescentam valor ao produto, mas que são necessárias para o funcionamento das atividades de VA. Estas são consideradas desperdícios necessários. Um exemplo duma atividade que não acrescenta valor é a mudança de ferramentas com a entrada de um novo produto na linha, mas é necessária para produzir o produto correto.
- **Tipo 3:** Atividades que não são nem necessárias nem acrescentam qualquer tipo de valor ao produto. São definidas como desperdício puro, como por exemplo a produção defeituosa.

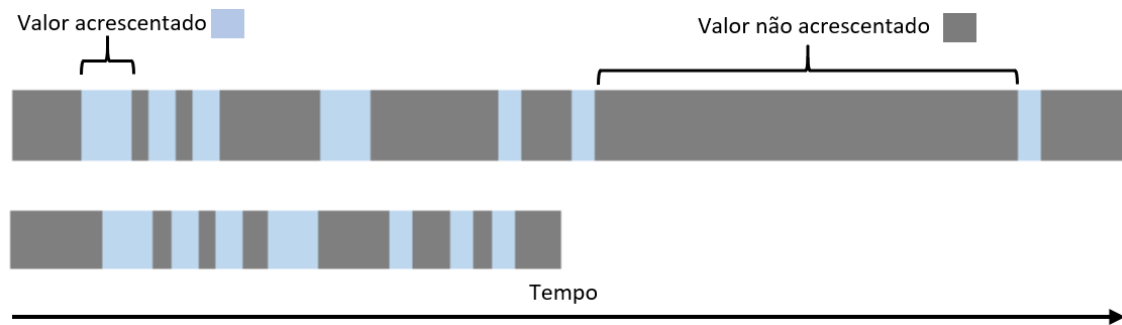


Figura 2.3 - Ilustração da redução de tempo de valor não acrescentado (VNA) com a aplicação do *Lean Manufacturing* na cadeia de valor

Adaptado de: Womack and Jones (2015)

A definição dos 3M (Figura 2.4), Muda, Muri e Mura, respetivamente, desperdício, sobrecarga e desequilíbrio/variabilidade (Coimbra, 2013), procura ajudar na identificação de desperdícios na cadeia de valor. A adoção de uma mentalidade *Lean* numa organização consiste na eliminação e limitação dos 3M, com o intuito de aumentar a eficiência do processo na globalidade. Muda, desperdício, refere-se a todo o tipo de ações ou atividades que não acrescentam valor ao produto. Representam os custos de produção que o cliente não está disposto a pagar, como tal a identificação destes desperdícios devem ser vistos como oportunidades de melhoria.

Os outros dois tipos de perdas numa organização, conhecidos como Mura e Muri, estão relacionados com a variabilidade dos processos e sobrecarga dos recursos. Mura afeta principalmente a qualidade do produto, a entrega do produto e promove ainda grandes variações nos tempos de ciclo e por consequência, variabilidade dos custos (Zwolińska, 2016). Esta variabilidade ou desequilíbrio deriva de processos não padronizados que são motivados pela inexistência de *standard work* nas organizações. Esta inconsistência nos processos causa instabilidade que potencia distribuições desiguais de carga e inconsistências no ritmo de produção (Coimbra, 2013).

Muri está ligado ao uso abusivo de material e recursos humanos. Deriva de um planeamento e calendarização de tarefas que excedem a capacidade dos recursos existentes (Zwolińska, 2016). A utilização excessiva de recursos humanos ou materiais pode originar problemas relativos à segurança e à qualidade do processo que está diretamente relacionada com a qualidade do produto. Todos os elementos do processo devem estar adequados à carga e ao esforço necessário para a produção do produto e devem ser devidamente geridos para manter a produção consistente e sem sobrecargas (Stewart, 2011).



Figura 2.4 - O 3M, Mura, Muri e Muda

Adaptado de: Coimbra (2013)

Os desperdícios ou muda, foram ainda identificados e discriminados ficando conhecidos como os sete Muda de Ohno (Suárez-Barraza *et al.*, 2016). Os sete muda incluem a sobreprodução, esperas, transporte, *stock*, movimento desnecessário, sobreprocessamento e produção de defeitos. Contudo, mais tarde é adicionado um oitavo Muda denominado de subutilização ou de inutilização da criatividade das pessoas (Wahab, Mukhtar and Sulaiman, 2013). Os oito mudas identificados descrevem-se, seguidamente:

1. Sobreprodução

A sobreprodução acontece quando se produz não existindo necessidade e em quantidades desnecessárias. Pode derivar de pouca precisão das previsões de procura ou de uma mentalidade de produção “*just-in-case*”, ou seja, produz-se porque eventualmente poderá ser preciso. A sobreprodução provoca um excesso no consumo de matérias primas, eleva os valores de *Work in progress* e por consequência custos com *stock*, ocupa ainda recursos necessários à produção, mão-de-obra, transporte e armazenamento (Coimbra, 2013; Wahab, Mukhtar and Sulaiman, 2013).

2. Esperas

Inclui momentos de espera de pessoas, de máquinas ou produtos que afetem o fluxo contínuo do processo que não são necessários nem acrescentam qualquer valor para o cliente e podem causar atrasos na entrega (Melton, 2005; Coimbra, 2013). Este tipo de desperdício impacta diretamente o fluxo e é, provavelmente, o segundo mais importante dos desperdícios. Este ocorre principalmente quando o produto não está em produção ou a ser movimentado. O tempo de esperas tem um impacto direto no *lead time* que contribui para a competitividade e satisfação do cliente (Wahab, Mukhtar and Sulaiman, 2013).

3. Transporte

O cliente não está disposto a pagar pela movimentação e transporte do material e produtos. É, contudo, muito difícil de eliminar, pois muitas vezes é necessário. Deve-se procurar reduzi-lo ou concentrá-lo num único operador. O transporte, quer seja de material, produtos intermédios ou produto acabado, não acrescenta qualquer valor para o cliente pois o produto final não incorre em qualquer tipo de transformação (Coimbra, 2013). O excesso de transporte eleva o risco de danos ao produto e promove perdas de tempo.

4. Stocks

Existem três tipos de *stocks*, matéria-prima, *work in process* e produto acabado. O *stock* tende a aumentar o *Lead time*, ocupar espaço que dificulta a comunicação e a rápida identificação de problemas (Wahab, Mukhtar and Sulaiman, 2013). O excesso de *stocks* cria aumento nos custos para a empresa, pois este tem de ser transportado, movimentado e armazenado. Este excesso pode ainda levar a permanências de produtos em *stock* durante tempo excessivo levando à deterioração e obsolescência de certos produtos (Krijnen, 2007).

5. Movimento desnecessário

Pode existir movimento em excesso de um operador, de uma máquina ou de *stocks*. A componente humana contribui para este desperdício, por adotar muitas vezes um ambiente de trabalho ou *layout* pouco organizado ou um método de trabalho não padronizado. As condições ergonómicas ou a localização das ferramentas necessárias são também um fator que podem promover deslocações e esforços desnecessários. Estas deslocações ou movimentações ocupam o tempo do operador e reduzem a sua eficiência (Coimbra, 2013). Como disse Henry Ford “Poupa dez passos por dia a cada um dos doze mil trabalhadores e pouparás 50 milhas de movimentos desnecessários e energia despendida.”.

6. Sobreprocessamento

O sobreprocessamento refere-se ao trabalho realizado no produto que não lhe acrescenta valor e que não é fulcral para corresponder aos requisitos do cliente. Pode ainda derivar de processos pouco otimizados ou desajustados onde o processo a jusante tem de corrigir características possíveis de atingir com apenas um processo (Coimbra, 2013). Um exemplo de sobreprocessamento será optar por uma solução complexa para um problema simples ou a utilização de uma máquina grande pouco flexível em vez de duas ou três pequenas flexíveis (Womack and Jones, 1997).

7. Produção de defeitos

Os defeitos são provenientes de processos indevidamente calibrados ou de falhas espontâneas. Estes resultam da produção de produtos com qualidade inferior ao prometido ao cliente. A produção de defeitos deve ser vista como uma oportunidade de melhoria para um objetivo de zero defeitos (Coimbra, 2013). Os defeitos internos referem-se a produtos reprocessados e produtos para deitar fora, enquanto que defeitos externos incluem garantias, reparações e manutenções desnecessárias. Os defeitos levam a um incremento dos custos de produção a curto e longo prazo (Wahab, Mukhtar and Sulaiman, 2013).

8. Subutilização da criatividade das pessoas

Subutilização da criatividade das pessoas refere-se ao não aproveitamento da capacidade criativa e de raciocínio dos operadores que podem ajudar a tornar o próprio trabalho mais eficiente. A falta de envolvimento das pessoas em processos de melhoria leva à perda de ideias, capacidades e oportunidades de melhoria (Wahab, Mukhtar and Sulaiman, 2013).

Frequentemente a eliminação/redução destes desperdícios é posta em prática com a utilização de atividades *kaizen* que se focam em melhorar a comunicação entre setores e eliminar os muda em toda a organização.

2.1.3 Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* onde é mapeado todo o fluxo de informação e material em toda a cadeia de valor. A utilização do VSM permite detetar desperdícios ao longo de toda a cadeia de valor, bem como constrangimentos nos fluxos de informação e de produto (Rother and Shook, 2003).

O VSM tem uma sequência inerente à sua elaboração e aplicação:

1. Seleção do produto ou família de produtos a analisar;
2. Elaboração do VSM do estado atual do sistema em análise;
3. Elaboração do VSM do estado futuro do sistema (onde se pretende chegar);
4. Desenvolvimento um plano de ações para alcançar o VSM do estado futuro;
5. Implementação do plano de ações.

A grande maioria da informação presente no VSM é recolhida no chão de fábrica. É também no chão de fábrica que se vão detetar as atividades de valor não acrescentado, bem com outros tipos de desperdícios e perdas de rendimento. Procura-se com a utilização desta ferramenta o aumento da eficiência, não só individual das linhas de produção, mas do sistema como um todo e da redução do *Lead Time* para o cliente (Rother and Shook, 2003).

2.1.4 Kaizen e a Melhoria contínua

Kaizen, “mudar para melhor”, surge da conjugação dos dois termos japoneses “Kai”, que significa “mudança” e “Zen”, que significa “melhor”. Este modelo de operação surge na Toyota e é aplicado em todas as suas cadeias de abastecimento. O *kaizen* procura, com a eliminação de desperdícios, criar um fluxo contínuo puxado por um cliente real e um consumo real (Coimbra, 2013). Esta mudança deve passar pela aplicação de métodos e soluções simples de fácil implementação e pequenas melhorias diárias no *status quo* (Imai, 1997).

O *kaizen*, como um conjunto de práticas para a melhoria contínua, assenta em três pontos, *Everywhere, Everyday e Everybody* (Imai, 1986):

- *Everywhere* – para a produção de qualquer produto é necessária a participação das todas as áreas da organização e das suas capacidades. Ou seja, todos os setores de uma organização devem ser acompanhados com o objetivo de melhorar continuamente e procurar reduzir e eliminar barreiras que reduzam a sua eficiência.
- *Everyday* – o *kaizen* procura a criação duma rotina que permita estabelecer *standards*. Isto deve-se ao facto de as práticas para uma melhoria contínua não serem implementadas num dia, mas sim todos os dias.
- *Everybody* – o *kaizen* pressupõe o envolvimento de toda a hierarquia de pessoas, desde a gestão de topo ao operador da linha de produção. O importante é a promoção da responsabilidade individual de todos os envolvidos para o desenvolvimento de sentido crítico que conduza à inovação em toda a organização.

Pode-se considerar o TPS como um ciclo de melhoria contínua (Figura 2.5). O *Kaizen continuum* é um modelo onde é considerada a situação atual e assim que percebermos onde é que precisamos de estar, situação ideal, conseguimos identificar os passos necessários para lá chegar (Stewart, 2011).

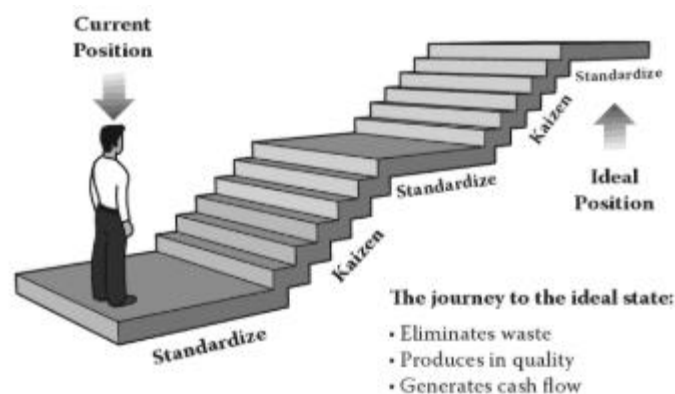


Figura 2.5 - *Kaizen Continuum*

Fonte: Stewart (2011)

Apesar de por vezes se saber qual é o objetivo, não é possível alcançá-lo partindo da situação atual, tal como para saber correr é necessário primeiro aprender a andar. Este é um ciclo de um passo de cada vez. Primeiro é necessário proceder à padronização da situação atual e só depois se pode avançar para o desenvolvimento dum plano *kaizen* para passar para o “próximo degrau”. Quando se começa este processo é fulcral conseguir medir a “distância” entre a situação atual e a situação ideal a alcançar (Stewart, 2011).

As organizações japonesas apresentam três tipos de competências que participam nas atividades *kaizen* com diferentes papéis. As três competências referem-se à capacidade da organização de encorajar a iniciativa própria dos seus trabalhadores (tipo A), à capacidade da organização de facilitar a comunicação entre as várias funções (tipo B) e à capacidade de garantir a disciplina dos trabalhadores (tipo C) (Aoki, 2008):

- Tipo A – Identificação de muda pelos trabalhadores;

- Tipo B – Comunicação entre os vários setores de atividade;
- Tipo C – Identificação de muda por outras pessoas sem ser os trabalhadores;

A relação entre estas três competências e as atividades *kaizen* seguem a base original do *kaizen* implementado pela Toyota. A eliminação de muda suporta-se nas atividades *kaizen* de identificação e eliminação de desperdício para o aumento do rácio entre atividades de valor acrescentado e desperdício (Imai, 1986; Aoki, 2008; Monden, 2011). Em relação à identificação de muda nas organizações existem duas possibilidades, a identificação pelos operadores ou por outros (supervisores, líderes de equipa). É expectável que as melhorias mais significativas sejam alcançadas pelos supervisores e pelos líderes de equipa, o que faz com que estes deem extrema importância ao quão visíveis os muda são no processo (Aoki, 2008). A implementação do *standard work* pela Toyota é usada como um meio de identificação de muda no processo, pois o supervisor consegue identificar quando é que um trabalhador não segue o *standard*. O muda quando identificado deve ser reportado ao pessoal responsável pela análise de causas raiz e pela tomada de medidas de eliminação. Após feita a análise e estabelecido um novo e melhorado *standard* é estabelecida a base para a próxima atividade *kaizen* (Aoki, 2008; Al Smadi, 2009). Como tal, a comunicação entre os diferentes setores é crítica. A relação das três competências no suporte dado ao processo *kaizen* (Figura 2.6) é crítica e determina o grau de sucesso das atividades *kaizen*.

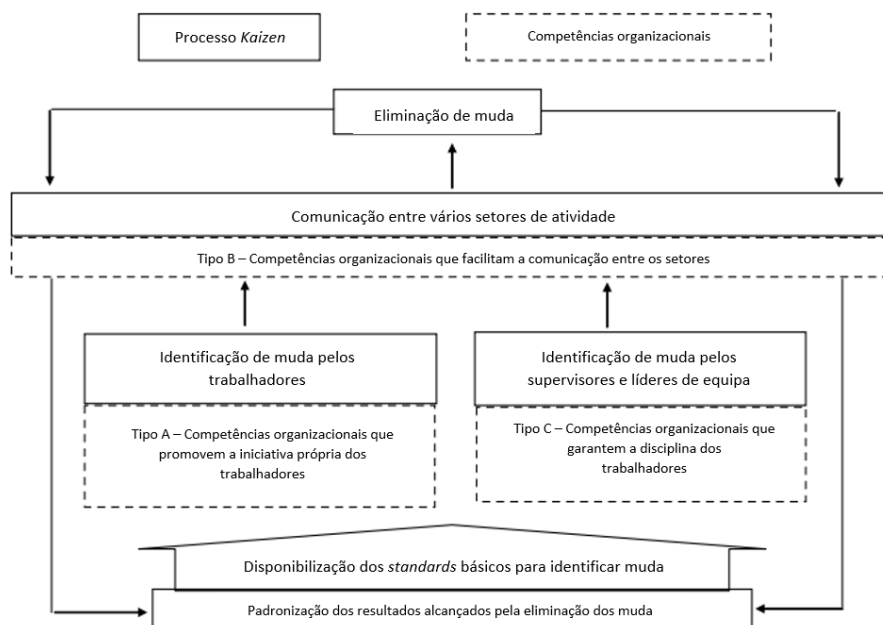


Figura 2.6 - Relação entre o processo *kaizen* e os tipos de competências

Adaptado de: Aoki (2008)

Imai (1997) afirma que as atividades *kaizen* não são apenas atividades voluntárias desempenhadas pelos trabalhadores, mas sim atividades que se estendem a toda a organização para assegurar a contínua implementação do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) (Imai, 1997).

A estratégia *kaizen* foca-se principalmente no esforço dos trabalhadores para melhorar o processo. Para perseguir os resultados desejados e a situação ideal adota-se uma abordagem com base no ciclo PDCA.

2.1.4.1 Ciclos PDCA e SDCA

O ciclo PDCA (Figura 2.7), de uma forma simplificada, consiste no planeamento (*plan*) onde se procura um objetivo para alcançar e uma solução, fazer (*do*) o plano acontecer, no verificar e controlar (*check*) a performance do que foi feito e no agir (*act*) para a padronização do novo e melhorado processo (Al Smadi, 2009).

- Planear (*plan*) – Consiste na definição de um objetivo e na conceção de um plano de ação para alcançá-lo. É necessário discriminar todas as partes envolvidas, tal como a distribuição das tarefas pelas pessoas, quem são as pessoas, onde é que se atua, quando é que se atua e como é que se deve proceder.
- Fazer (*do*) – Execução do plano de ação. Fase onde é documentado todo o tipo de ocorrências e recolhe toda a informação necessária para a fase seguinte.
- Verificar (*check*) – Estudo e análise da informação recolhida na fase Fazer. Comparação dos resultados obtidos com o que foi planeado na fase planear e resumo do que foi aprendido.
- Agir (*act*) – Possivelmente a fase mais importante do ciclo, incorporar a mudança no sistema e decidir se se deve proceder a uma nova iteração do ciclo.

O ciclo PDCA é mais do que apenas uma ferramenta da qualidade, é também um conceito de melhoria contínua do processo que deve estar presente na cultura da organização. Também pode ser referido como o círculo de Deming ou como PDSA (*plan/do/study/act*). Na implementação do ciclo são colocadas três questões básicas (Sokovic, Pavletic and Pipan, 2010):

- O que é que queremos atingir?
- Como é que saberemos que uma mudança é uma melhoria?
- Quais as mudanças que podemos fazer que resultam em melhorias?

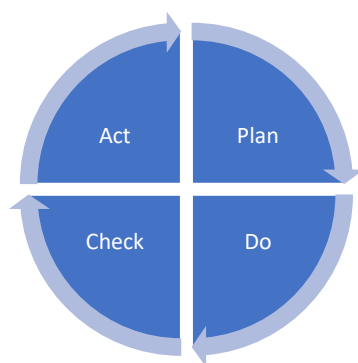


Figura 2.7 - Ciclo PDCA (ciclo de melhoria)

A utilização do ciclo PDCA em conjunto com outras ferramentas da qualidade (como o diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, diagramas de dispersão, histogramas, entre outros) fazem parte da base para a melhoria contínua (*kaizen*) no Japão (Moen and Norman, 2006).

Com o fim de cada ciclo de melhoria vem um período de instabilidade no processo derivado da mudança realizada. Como tal, é necessário um segundo ciclo para a estabilização e padronização do processo. Para a padronização do processo deverá seguir-se um ciclo SDCA (*standardize, do, check, act*) (Figura 2.8) onde o principal propósito será o de manter e padronizar as mudanças implementadas antes de se proceder a outro ciclo de melhoria (Al Smadi, 2009).

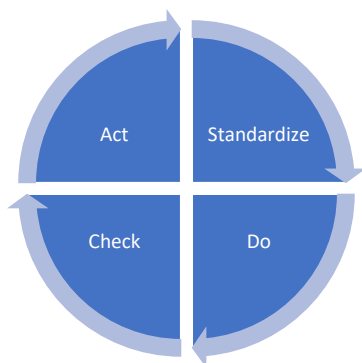


Figura 2.8 - Ciclo SDCA (ciclo de estabilização e padronização)

Com a alternância contínua entre o ciclo de melhoria (PDCA) e o ciclo de padronização (SDCA) (Figura 2.9), pretende-se que a cultura de melhoria contínua se torne o *standard* e que se alargue a toda a organização para que esta não fique satisfeita num *status quo* (Al Smadi, 2009).

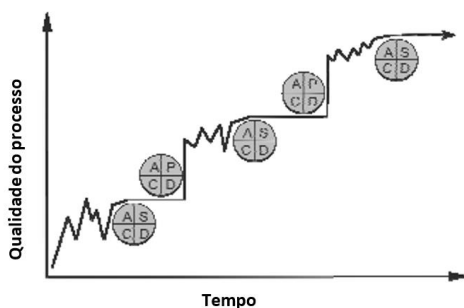


Figura 2.9 - Ciclos PDCA e SDCA para a melhoria do processo no contexto *kaizen*

Adaptado de: Sokovic, Pavletic and Pipan (2010)

2.1.5 Princípios de fluxo *pull* com o *kaizen*

Para se colocar em prática um sistema com fluxo *pull* em toda a organização tem de ser assumido um compromisso com os princípios *pull* com o *kaizen* (Coimbra, 2013).

2.1.5.1 Qualidade primeiro

O princípio de “qualidade primeiro” é um dos mais importantes e universalmente aceite e suportado por três conceitos (Coimbra, 2013):

- *Market in*

O conceito do *market in* define que é possível e necessário usar dados reais para perceber as necessidades dos clientes a nível da qualidade, custos e entrega. Isto significa que deve dar-se prioridade ao *feedback* real dos clientes e consumidores sobre estudos de mercado baseados em previsões (Coimbra, 2013). A qualidade do produto é muitas vezes definida pelo cliente e é vista como as características que este procura no produto. A qualidade inclui ainda a qualidade do processo que fabrica o produto. O custo é visto da perspectiva do fornecedor como o custo de fabricar e vender o produto e está intimamente relacionado com o processo de eliminação de desperdícios. A entrega define-se pelo abastecimento da quantidade certa de produtos no sítio certo na altura certa. Uma organização deve ter em atenção o equilíbrio entre a redução de custos à custa da qualidade do produto. Por vezes pode-se verificar sucesso a curto prazo mas pode implicar numa quebra na posição no mercado a longo prazo (Al Smadi, 2009).

- A próxima operação é o cliente

O propósito deste princípio é tornar toda a organização numa cadeia de abastecimento com fornecedores e clientes que se suportam mutuamente e onde cada fornecedor aplica o seu próprio *market in* e não entrega ao cliente qualquer tipo de defeito (Coimbra, 2013). Esta definição de clientes e fornecedores internos em que se olha para o processo seguinte como o cliente vai aumentar, gradualmente, o grau de compromisso dos trabalhadores. Estes não irão passar informação pouco precisa e não irão “vender” defeitos. Este princípio procura assim, estabelecer um compromisso natural no processo interno da organização que visa eliminar/reduzir a possibilidade de não satisfazer o cliente e entregar, sempre, um produto de qualidade (Al Smadi, 2009).

- Melhoria no processo a montante

A ideia de melhoria no processo a montante pressupõe que a causa de qualquer problema ou defeito vem de um processo anterior. Coimbra (2013), afirma que para se descobrir no processo a causa de qualquer dificuldade se deve procurar a causa raiz num processo a montante.

2.1.5.2 Orientação para o *Gemba*

Gemba é uma palavra japonesa que significa local real onde acontece a ação, e utiliza-se principalmente para nos referir-mos ao chão de fábrica onde decorre o processo (Imai, 1997).

A orientação para o *gemba* é a deslocação ao chão de fábrica para melhorar os hábitos dos trabalhadores. Esta mudança pode vir de uma mudança no *layout* do posto de trabalho onde o trabalhador fica limitado a uma forma padronizada de realizar a sua função. Outra forma de mudar

os hábitos dos trabalhadores é a de melhorar o modo de operação padronizado já existente e criar um novo hábito *standard* (Coimbra, 2013).

Segundo Taiichi Ohno,

“As ideias das pessoas são coisas pouco fiáveis, e eu ficaria impressionado se estiverem corretas metade das vezes... É muito comum, depois de experimentar, descobrir-mos que os resultados são o completo oposto do que se esperava, e isto deve-se ao facto de possuir-mos conceitos errados que é o que nos torna humanos.” (Ohno, 1988).

Para não se criar conceitos errados e adquirir um conhecimento mais profundo sobre o processo devem-se seguir os seguintes passos:

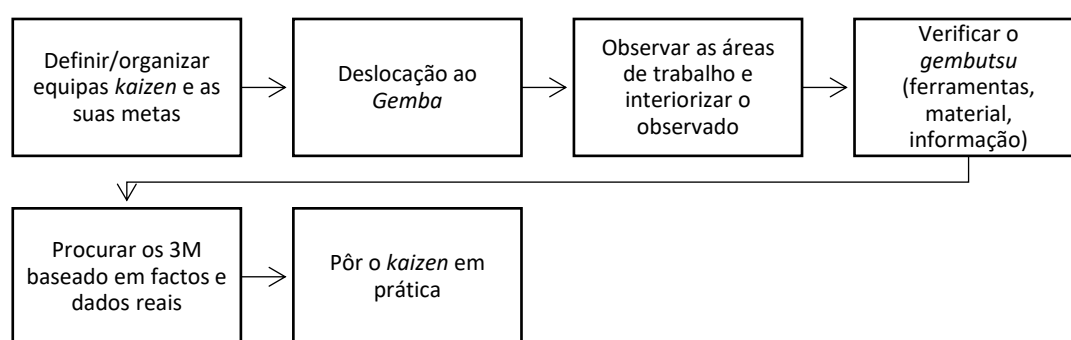


Figura 2.10 - Princípios do *gemba*

Adaptado de: (Homepage Kaizen Institute Portugal, no date)

Outro significado para *gemba* é “se desejas ver, aprende a agir”, que significa que a melhor forma de perceber e aprender uma nova ideia é experimentando e tentar aprender por si (Coimbra, 2013).

2.1.5.3 Eliminação de desperdício

Este ponto vai ao encontro da Secção 2.1.2 relativamente aos 3M e aos oito desperdícios identificados no âmbito do *Lean Manufacturing*.

2.1.5.4 Desenvolvimento das pessoas

O princípio que está subjacente ao desenvolvimento das pessoas dá grande ênfase no envolvimento das pessoas em atividades de melhoria. O objetivo do envolvimento das pessoas nas atividades é incutir-lhe o hábito de procurar possíveis melhorias no processo onde estão envolvidas. Por exemplo, numa linha de produção podem existir muitas operações de *changeover* de produtos onde as pessoas que realizam as operações não veem a importância na redução do

tempo das operações. Isto pode ser devido ao facto das pessoas já o fazerem repetidamente, há tempo considerável, tornando-se um hábito. Quando as pessoas são envolvidas nos processos de melhoria, desenvolvem consciência relativamente aos desperdícios e ineficiências que ocorrem no seu posto de trabalho. Sendo o envolvimento de todas as pessoas, desde a gestão de topo ao operador do chão-de-fábrica, um dos primeiros e mais importantes princípios, as organizações devem promover o trabalho em equipa e criar equipas focadas no *kaizen* (Coimbra, 2013).

2.1.5.5 *Standard work*

O *standard work* é uma ferramenta poderosa do *Lean Manufacturing* que procura demonstrar a forma mais eficiente de operar, ou seja, a forma padronizada com menos desperdício possível numa determinada altura (Hamel, 2010). O *standard work* visa a criação de consistência (muito pouco variável) e de uma rotina relativamente à qualidade do processo, à segurança, custo e entrega do produto (Hamel, 2010).

O conceito de *standards* visuais é importante porque o modo de operação é representado através de imagens, desenhos ou palavras chaves de fácil e rápida compreensão ao contrário das instruções com texto extenso que se vê muitas vezes no *gemba*. Para a construção de ferramentas de gestão visual tem de se ter em atenção e estudar a movimentação dos trabalhadores no *gemba*, a duração das suas tarefas e outros aspetos importantes relativamente à manutenção dos fluxos de material e informação (Coimbra, 2013).

O *standard work* incentiva a comunicação entre as equipas, a autonomia dos operadores, a eliminação/redução de erros e uma resolução rápida dos problemas identificados. Para tal, são utilizadas ferramentas como o *kanban*, sistemas *Andon*, marcações no chão para delimitação de áreas de trabalho, sistemas com luzes, esquemas de cores, quadros com informação importante, entre outros.

2.1.5.6 Processo e resultados

Este princípio tem como objetivo não olhar apenas para a definição de um objetivo negligenciando o processo para o atingir. Ou seja, o processo é tão importante quanto os resultados. É necessário analisar com detalhe para o processo e analisar oportunidades para o melhorar para se conseguir atingir os resultados pretendidos (Coimbra, 2013).

2.1.5.7 Pensamento de fluxo *pull*

O pensamento de fluxo *pull* indica que, idealmente, em toda a cadeia de abastecimento só se deverá movimentar uma peça de cada vez. Todo o material deve ser puxado pelo consumo ou encomendas do cliente e não com base em previsões de vendas. Para o efeito, tem de se adequar

e organizar a cadeia de abastecimento de modo a criar fluxos de material e de informação que o permitam. Quando é referida a cadeia de abastecimento está a considerar-se toda a logística interna e externa, incluindo o fluxo de produção (Coimbra, 2013).

2.1.6 Ferramentas da Qualidade

As ferramentas associadas à gestão da qualidade são frequentemente usadas na indústria devido à sua fácil compreensão e aplicação no controlo da qualidade e resolução de problemas. Certas ferramentas da qualidade são específicas para uma determinada área, enquanto outras são mais genéricas e podem ser utilizadas em qualquer situação.

Neste ponto, dar-se-á maior relevância ao diagrama de Ishikawa (diagrama de causa-efeito), ao diagrama de Pareto e ao fluxograma uma vez que foram estas as ferramentas que auxiliaram no desenvolvimento da dissertação.

2.1.6.1 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa (Figura 2.11), ou diagrama de causa-efeito, pode ser definido como uma representação gráfica que ilustra as relações entre um resultado e as suas possíveis causas. Neste diagrama a sua extremidade é o problema que procuramos estudar e as suas ramificações são as suas potenciais causas e sub-causas, primárias e secundárias (Liliana, 2016).

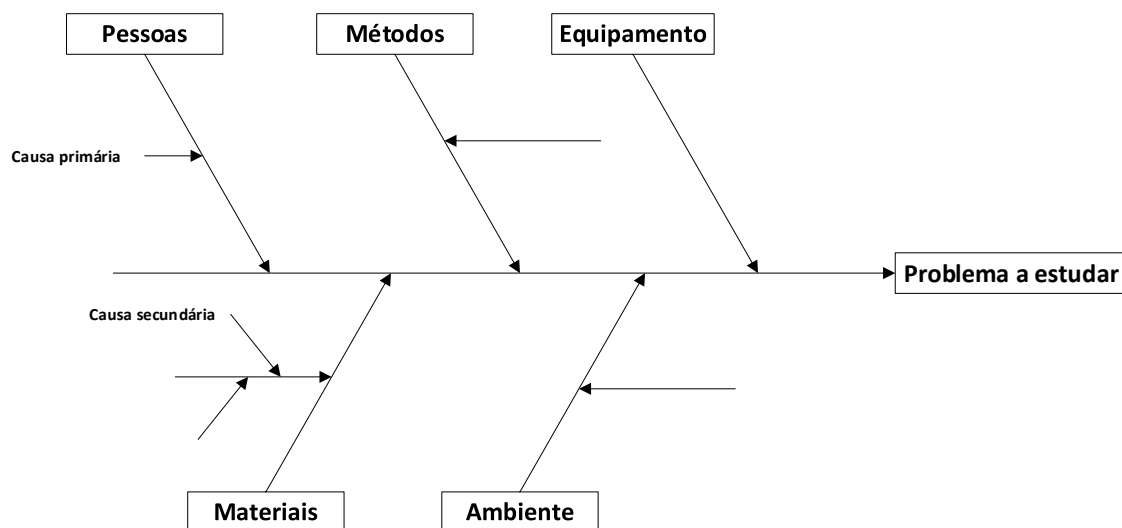


Figura 2.11 - Exemplo de um diagrama de Ishikawa ou de Causa-Efeito

Por norma, as possíveis causas de um problema são agrupadas nas seguintes categorias (Liliana, 2016):

- **Pessoas:** qualquer pessoa envolvida no processo;
- **Métodos:** método de trabalho, procedimentos, regras, regulamentos;
- **Equipamentos:** qualquer equipamento, máquina, ferramenta necessária ao processo;
- **Material:** matérias-primas, peças/componentes para montagem, papel, canetas, etc;
- **Medições:** dados provenientes do processo para controlo da qualidade;
- **Ambiente:** condições ambientais, temperatura, hora, cultura em que processo opera.

Os passos a seguir na utilização de um diagrama de Ishikawa são:

1. Identificar claramente o problema;
2. Discriminar as potenciais causas (pessoas, métodos, etc);
3. Identificar as possíveis causas, primárias e secundárias, de cada ramo;
4. Analisar de um modo crítico diagrama;
5. Escolher as causas possíveis para analisar com maior detalhe;
6. Definir e implementar ações corretivas ou de melhoria;
7. Avaliar se as ações foram eficazes.

O diagrama de Ishikawa traz benefícios a nível da determinação e deteção das causas raíz de um determinado problema. Promove também a participação de vários elementos da equipa para a deteção das causas e identifica possíveis áreas para recolha de dados. Um diagrama bem executado consegue ilustrar de uma forma simples praticamente todas as causas para um determinado problema (Liliana, 2016).

2.1.6.2 Diagrama de Pareto

O economista Vilfredo Pareto afirma que apenas 20% da população possui 80% de toda a riqueza. Este conceito gerou a regra dos 80/20 que se propagou para outras áreas e é utilizada num grande leque de realidades. O diagrama de Pareto (Figura 2.12) é muito importante pois ajuda a identificar os fatores que merecem mais atenção durante o estudo (Grosfeld-Nir, Ronen and Kozlovsky, 2007).

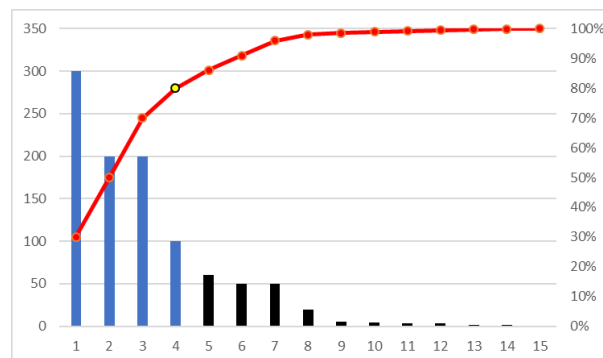


Figura 2.12 - Exemplo de um Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto consiste em três passos (Grosfeld-Nir, Ronen and Kozlovsky, 2007):

1. Classificação – identificação e separação dos possíveis sintomas ou causas dum determinado problema para a construção do diagrama. Podem ser classificados como A, B ou C dependendo da sua relevância;
2. Diferenciação – criação de políticas especializadas para cada classe e adequação de estratégias de gestão de acordo com o peso de cada classe;
3. Alocação – alocação de recursos e esforços.

A análise de um diagrama de Pareto exige a utilização do senso comum, ou seja, os valores 80% e 20 % podem não ser exatos. Por exemplo, caso a frequência total correspondente a 20% da população exceda cerca de 60% pode-se afirmar que o diagrama de Pareto é ainda aplicável (Grosfeld-Nir, Ronen and Kozlovsky, 2007).

A utilização desta ferramenta facilita a identificação e visualização dos fatores ou causas que devem ser exploradas com maior atenção e aqueles que não necessitam de tanta atenção e podem ser desprezados numa primeira fase. Isto permite que a alocação do esforço na resolução de problemas seja melhor direcionada e promove melhorias de maior relevância.

2.1.6.3 Análise ABC

A análise ABC deriva do diagrama de Pareto e é utilizada para atribuir prioridades aos produtos e adequar as metodologias e técnicas de gestão consoante a sua classificação. Essa análise permite classificar os produtos em três classes, A, B e C.

Classe A - Produtos com rotatividade alta. Correspondem a cerca de 20% dos artigos, os quais são responsáveis por aproximadamente 80% do valor das vendas;

Classe B - Produtos com rotatividade média. Em geral, correspondem a cerca de 30% dos produtos e aproximadamente 15% do valor das vendas.

Classe C - Produtos de baixa rotatividade. Por norma, diz respeito a cerca de 50% do número total de produtos que representa apenas aproximadamente 5% do valor das vendas.

Tal como o diagrama de Pareto, a análise ABC é transversal a áreas como a gestão de stocks, planeamento da produção e a segmentação de clientes.

2.1.6.4 Fluxograma

Um fluxograma pode representar de forma esquemática, o processo e todas as suas atividades. Esta ferramenta facilita a compreensão do processo e um conhecimento mais detalhado do processo produtivo e dos seus pontos de decisão.

A visualização da lógica do processo que o fluxograma permite contribui para a identificação de possíveis problemas processuais, deteção de reprocessamentos e possíveis pontos

de controlo. O fluxograma permite também a identificação de definição de responsabilidades e problemas de comunicação e é uma ferramenta extremamente útil para o desenvolvimento e implementação de sistemas informatizados.

2.2 Logística Interna

Tal como o conceito global de logística, a logística interna foca-se na entrega do produto certo, na quantidade certa, na altura certa, no local certo aos clientes internos da organização. Os fluxos de informação e de material dentro da organização devem ser puxados pela encomenda do cliente como está subjacente ao *Lean Manufacturing* (Baudin, 2005). Para a criação de um fluxo *pull*, tanto a nível de material como de informação, é necessário dar ênfase na eliminação de desperdícios, principalmente os muda relacionados com esperas de material (Coimbra, 2013).

Para se alcançar um fluxo puxado contínuo na logística interna recorre-se à utilização de certas ferramentas e conceitos, tais como:

- *Just-in-time*;
- Implementação de sistemas *kanban*;
- Compreensão do *takt time*;
- Utilização de supermercados (SPM);
- Implementação de comboios logísticos e do ciclo *Mizusumashi*.

Com base nas características do caso de estudo, é dado maior ênfase ao sistema *kanban* e ao ciclo *Mizusumashi* sendo abordados em seguida com maior detalhe.

2.2.1 Diagrama de Esparguete

O Diagrama de Esparguete é uma ferramenta utilizada para registar e observar o movimento de um objeto num sistema com recurso a linhas numa planta (Figura 2.13). O objeto em estudo pode ser um trabalhador, material, entre outros, e o sistema pode ser uma fábrica, um escritório, uma oficina, etc (Kanaganayagam, Muthuswamy and Damodaran, 2015).

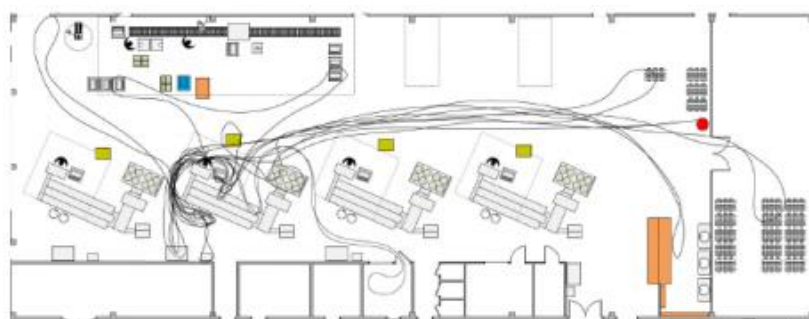


Figura 2.13 - Exemplo de um Diagrama de Esparguete

Adaptado de: (Senderská, Mareš and Václav, 2017)

Com a utilização de diferentes cores é possível seguir e registrar vários produtos ou objetos em estudo. Estas linhas registadas, permitem uma análise para identificar distâncias percorridas, número de movimentos, sobreposições de movimentos, cruzamentos e outras características relevantes para o estudo. Com a aplicação deste tipo de diagrama é possível identificar movimentos e áreas ineficientes, fazer mudanças a nível de método de trabalho ou *layout* (Senderská, Mareš and Václav, 2017).

2.2.2 Sistema *Kanban*

O sistema *kanban* permite ligar dois processos consecutivos e funcionar como um mecanismo que puxa a produção do processo a montante. A palavra *kanban* significa “cartão” ou “sinal”.

Sendo uma ferramenta de gestão visual, procura por um lado, eliminar a tendência de se produzir sem necessidade o que leva à sobreprodução e, por outro, aumentar a flexibilidade na resposta à procura do cliente (Arbulu, Ballard and Harper, 2003). Existem dois tipos de *kanban*, o *kanban* de transporte e o *kanban* de produção. O primeiro assinala a necessidade de se transportar determinado produto ou repor material, enquanto o segundo dá o sinal para iniciar a produção ou indicar uma mudança na produção. A forma como o sistema *kanban* é implementado em certos processos depende da forma que se considera ser mais eficaz no *layout* ou método de trabalho. Há quem opte por cartões *kanban* (Figura 2.14) colocados num quadro bem visível ou marcações com cores em que quando se atinge a um determinado nível (por norma vermelho) é dada a ordem para nova produção.

Fornecedor: PU1 Descrição: Production Unit 1 #Kanbans: 9	Cliente: PU2 Localização: Loc02 Recipiente: Box 1 Quantidade: 100
Criada: 10/12/2013 22:33:00 Impresso: 11/12/2013 12:10:11  INTEGRATED KANBAN SYSTEM Item ID: 012345	Descrição: Item 012345 Kanban ID:  1090

Figura 2.14 - Exemplo de um cartão *kanban*

Fonte: (manufactus, 2020)

Um cartão *kanban* deve estar colocado junto ao posto de trabalho e conter informação relevante do produto a produzir ou transportar, nomeadamente:

- Quem é o fornecedor e o cliente;
- Número de unidades e tipo de recipiente;

- Número do artigo e a sua descrição.

O cartão pode ainda incluir outras informações relevantes relacionadas com o *layout*, modo de *picking*, entre outras.

Na Figura 2.15 pode-se observar o *loop* que o *kanban* efetua entre os mesmos dois processos consecutivos. O *kanban* inicia o *loop* quando se pretende avisar, previamente, o processo anterior que existe necessidade de ter material em *stock* ou no supermercado para ser transportado para o processo a jusante. Assim sendo, o *kanban* apenas se pode encontrar em três sítios: afixado num contentor em trânsito ou supermercado, no contentor de volta ao fornecedor ou no quadro de planeamento do processo fornecedor.

O sistema *kanban* consegue limitar a quantidade de material em curso e produzir/transportar de acordo com a medida da procura do mercado e do processo seguinte. Esta limitação parte do princípio de que nenhum posto de trabalho pode iniciar a produção se não existir um sinal do processo a jusante, sinal dado pelo sistema *kanban*.

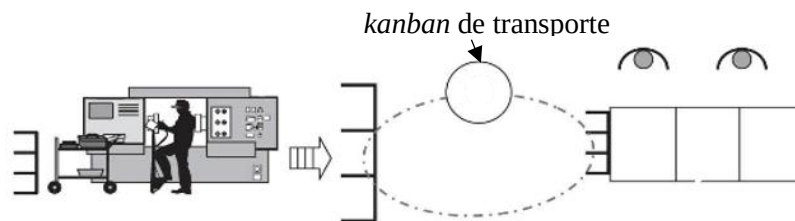


Figura 2.15 - *kanban loop*: *kanban* de transporte interno

Adaptado de: (Coimbra, 2013)

Para a aplicação do sistema *kanban* têm de se verificar certas condições, nomeadamente:

- O processo tem de estar estabilizado e organizado em fluxo com linhas de produção dedicadas ou com células de fabrico de produtos com características semelhantes (famílias de produtos);
- O processo deve ser de fabricação discreta e repetitiva onde os produtos são normalizados, de baixa complexidade e pouco variáveis;
- A procura dos produtos deve ser relativamente estável, com poucas flutuações.

Contudo, Moura (2016) afirma que o sistema *kanban* é capaz de se adaptar a grandes flutuações na procura, pois a falta de *kanbans* ou acumulação dos mesmos são rapidamente visíveis no *gemba*. Caso exista este tipo de variações deverá ser feito um redimensionamento do sistema *kanban* (Moura, 2016). Consegue-se, assim, perceber a grande abrangência deste sistema e o vasto leque de aplicações que tem em diferentes áreas.

2.2.3 *Takt time*

O *takt time* é calculado normalmente com base na razão entre tempo disponível para produção por dia e a procura diária do cliente. Este indicador serve para perceber o ritmo a que o cliente compra o produto.

O objetivo é manter o ritmo de produção em harmonia com o *takt time*. Para o efeito é necessário considerar o tempo de ciclo de cada processo ou operação na linha de produção. O tempo de ciclo consiste no intervalo de tempo entre a saída de dois produtos consecutivos e define-se segundo a mais longa sequência de operações. Para uma resposta eficaz à procura do cliente é necessário que o tempo de ciclo seja inferior ao *takt time*, prevenindo atrasos na produção que retardariam a entrega atempada ao cliente.

2.2.4 Supermercado

O supermercado é um local de armazenamento secundário a que o operador se dirige por exemplo, para reabastecer o comboio logístico durante a realização do ciclo *Mizusumashi*.

O supermercado pressupõe o acondicionamento de quantidades de material necessário para a produção. São definidos um mínimo e um máximo para a quantidade de cada referência para estarem no supermercado. Assim, quando se atinge o nível mínimo gera-se uma ordem de produção para repor o produto em falta até ser atingido o nível máximo. Como tal, é possível saber a quantidade existente em *stock* no supermercado e reduzir eventuais *stocks* de segurança (Monden, 2011).

O supermercado visa garantir a disponibilidade dos produtos na proximidade do ponto de utilização para se evitar paragens de produção e poupar tempo em deslocações no *gemba*. Contudo, um supermercado deve respeitar alguns princípios (Coimbra, 2013), nomeadamente:

- A localização de cada referência deve ser fixa;
- O armazenamento deve ter em consideração o nível a que o operador está, normalmente o nível do solo, para facilitar o *picking* e manter um nível ergonómico satisfatório;
- Deve ser utilizada gestão visual para identificar e assegurar a distinção das diferentes referências, bem como o local onde devem permanecer;
- O manuseamento dos produtos deve ser fácil, garantindo a segurança do operador e o fluxo de produção contínuo;
- O primeiro produto a entrar no supermercado deve ser o primeiro produto a sair, seguindo uma lógica *first in - first out* (FIFO).

Na implementação de supermercados é necessário ter em consideração o número de referências existentes, uma vez que ter as referências em supermercado pode trazer custos acrescidos caso a variedade seja muito elevada.

2.2.5 Ciclo *Mizusumashi*

O *Mizusumashi* ou comboio logístico é responsável por manter um circuito normalizado relativamente ao tempo de abastecimento de cada posto de trabalho, executando a rota no horário previsto. O operador do *mizusumashi* movimenta não só o material necessário para a produção, mas também contribui para alimentar o fluxo da informação (Coimbra, 2013). O comboio logístico trabalha de forma cíclica (Figura 2.16) e apenas transporta o material necessário, na quantidade necessária, no tempo que é suposto.

No abastecimento tradicional recorre-se ao empilhador para movimentar o material para a linha de produção (Figura 2.16). O sinal para recolha de material ou abastecimento é semelhante ao de um táxi onde o operador do empilhador se desloca para abastecer a linha quando existe necessidade de movimentação. Contudo, este método é pouco eficiente, pois o empilhador desloca-se frequentemente em vazio. O operador não percorre necessariamente o caminho mais curto/rápido e pode ter de realizar múltiplas voltas dependendo das dimensões ou características dos recipientes que contêm o material utilizados.

O comboio logístico está frequentemente associado à utilização de ferramentas de gestão visual, como por exemplo, *kanbans* de transporte para assegurar uma entrega *just-in-time* (Baptista, Pereira and Ferreira, 2018).

A rota estabelecida para o percurso do *mizusumashi* estabelece a ligação entre todos os pontos de paragem onde abastece os bordos de linha com o material recolhido do supermercado. O método torna o processo de abastecimento das linhas de produção consistente, pouco variável e com menor risco para erros. Isto deve-se ao facto de assentar sobre os princípios do *standard work*.

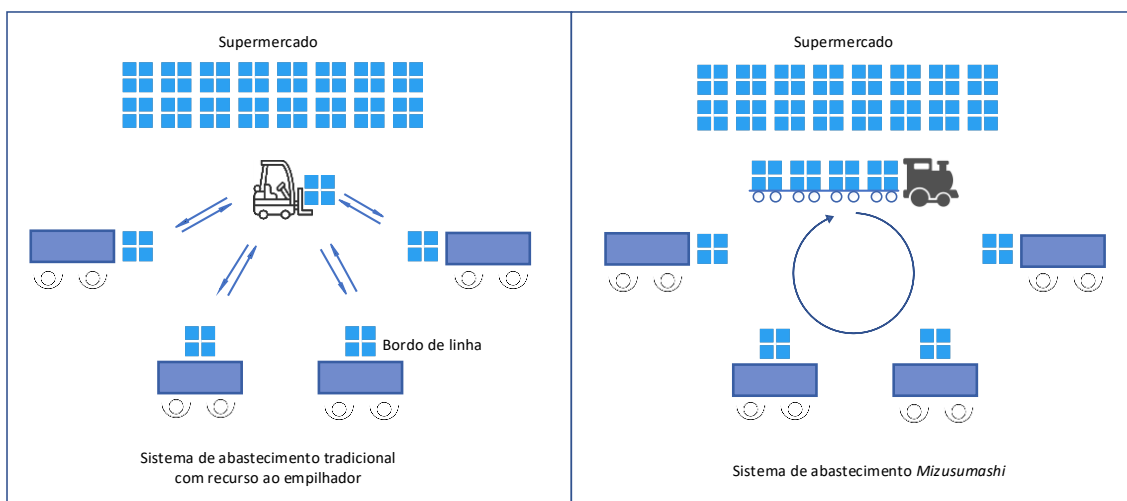


Figura 2.16 - Sistema de abastecimento tradicional (esquerda) e sistema de abastecimento *Mizusumashi* (direita)

Adaptado de: (Coimbra, 2013)

A implementação de um circuito *mizusumashi* deve seguir determinadas etapas (Figura 2.17) para que se possa proceder à definição da rota, tarefas e tempos (Coimbra, 2013).

Com a implementação do *mizusumashi* espera-se observar benefícios comparativamente ao sistema de abastecimento tradicional que é muito dependente do empilhador.

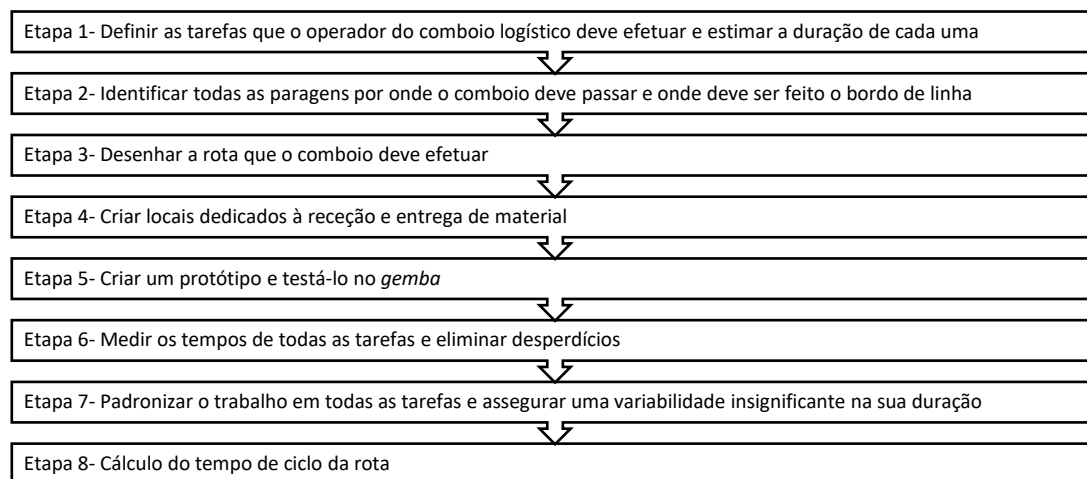


Figura 2.17 - Etapas para a implementação do *Mizusumashi*

Adaptado de: Coimbra (2013)

2.2.5.1 Abastecimento tradicional vs abastecimento *Mizusumashi*

A implementação do *mizusumashi* apresenta assim vantagens relativamente ao sistema tradicional (Coimbra, 2013). Na Tabela 2.2 comparam-se os dois sistemas de abastecimento (Nomura, 2006).

Tabela 2.2 - Abastecimento tradicional vs abastecimento *Mizusumashi*

Sistema de abastecimento tradicional	Sistema de abastecimento <i>Mizusumashi</i>
Como é frequente a utilização de paletes, é normal movimentar/transportar grandes quantidades	Apenas é entregue o material necessário à produção
Linhas de produção param frequentemente por rotura de material	Abastecimento padronizado que evita roturas por falta de abastecimento
Falhas no abastecimento são difíceis de detetar	Fácil deteção e correção de falhas no abastecimento
Entregas esporádicas de grandes quantidades	Entregas frequentes com a quantidade certa
Entrega apenas uma paleta de cada vez num único posto de trabalho	Capacidade para entregar múltiplos materiais ou produtos em múltiplos postos de trabalho
Utilização do empilhador que está disponível	Apenas um operador opera o comboio logístico
Desloca-se vazio com frequência	Utiliza o mesmo circuito para levar contentores cheios e recolher os vazios
Maior probabilidade de danificar o material	Material bem acondicionado e seguro

Para além de superar o método de abastecimento tradicional em múltiplos aspetos e ser mais flexível, o ciclo *mizusumashi* tem ainda outras vantagens (Coimbra, 2013), nomeadamente:

- Centra a responsabilidade de todo o abastecimento num operador;
- Promove o fluxo contínuo da produção;
- Reduz a dimensão do WIP;
- Elimina e reduz desperdícios como o tempo de espera pelo empilhador e movimentações em vazio;
- Facilita a organização do *gemba*;
- Ajuda na comunicação entre os setores produtivos;
- Permite aos operadores da linha de produção focarem-se inteiramente no processo produtivo.

2.2.6 Síntese do capítulo

Com base no tema proposto para este trabalho, abordou-se o *Lean Manufacturing* e a metodologia *Kaizen* para a melhoria contínua. Foram também abordados conceitos relacionados com a logística interna industrial. O *Lean Manufacturing* tem vindo a desenvolver-se continuamente e, em conjunto com o *Kaizen*, tem vindo a ser introduzido e implementado cada vez mais na indústria com resultados muito satisfatórios.

Procurou-se assim, neste capítulo, abordar o pensamento do *Lean Manufacturing* e da melhoria contínua que orientou o desenvolvimento deste trabalho. Apresentaram-se também algumas ferramentas da qualidade que se mostraram mais importantes e úteis no contexto atual do trabalho.

3 Unidade Industrial Equipar. Estudo de caso

Neste capítulo é descrito o caso de estudo que tem por base o trabalho desenvolvido na presente dissertação. Após uma breve apresentação da origem e negócio da Corticeira Amorim SGPS, S.A. é dado a conhecer, com mais detalhe, o fluxo produtivo da Unidade Industrial (UI) Equipar onde foi realizada esta dissertação. É apresentado o *layout* atual da UI Equipar e as características do comboio logístico responsável pelo fluxo do produto não acabado e retorno de cestos vazios entre três das fábricas que constituem a UI Equipar. A presente dissertação visa ainda, o estudo do trabalho dos operadores na realização de tarefas logísticas, como o abastecimento à linha de produção de material a processar e de subsidiários como é exemplo os cestos vazios.

3.1 Origem e negócio da Corticeira Amorim SGPS, S.A.

A Corticeira Amorim teve a sua génese no negócio da cortiça em 1870 e é hoje líder mundial do setor. Tem apostado na diversificação das áreas de atuação através de investimentos em setores e áreas geográficas. Está vocacionada para a produção de rolhas naturais, granulados e aglomerados de cortiça. Detém cerca de 50% das exportações de cortiça e conta com cerca de 4200 colaboradores a nível global. Analisando o volume anual de vendas, a Corticeira Amorim é responsável pela venda de 5,4 mil milhões de rolhas e tem cerca de 25 mil clientes (*Presença Mundial, Corticeira Amorim, 2020*).

São cinco as principais unidades de negócio da Corticeira Amorim, nomeadamente, Matérias-primas, Rolhas, Revestimentos, Compósitos e Isolamentos (Figura 3.1). A presente dissertação foi desenvolvida na unidade de negócio “Rolhas” na UI Equipar, localizada em Coruche.

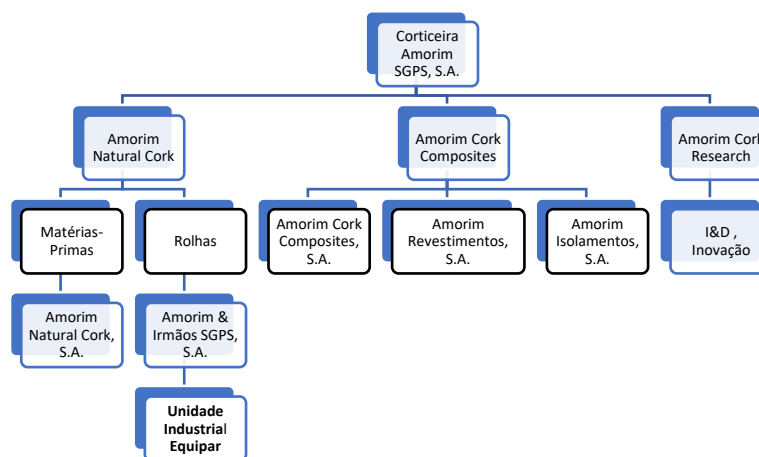


Figura 3.1 - Organograma da Corticeira Amorim SGPS, S.A.

Adaptado de: de Meladas (2009)

A empresa conta com 30 unidades industriais, 47 empresas de distribuição e 254 agentes localizados por todo o globo (Figura 3.2).

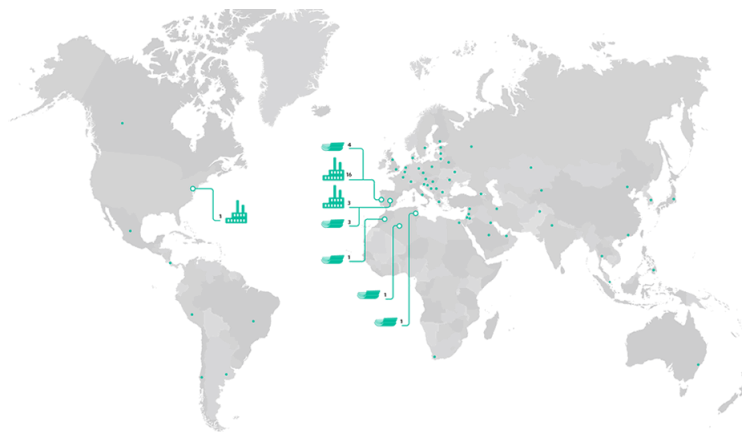


Figura 3.2 - Distribuição das unidades industriais e de distribuição no mundo

Adaptado de : *Presença Mundial, Corticeira Amorim* (2020)

3.2 Unidade Industrial Equipar

A Unidade Industrial Equipar é uma unidade fabril que teve o início da sua atividade em 1995 e, até hoje, continua a ter um papel fulcral na produção de Aglomerados. Encontra-se dividida em 4 fábricas: Trituração, Aglomerada, Twin Top® e Equipar Distribuição. Cada fábrica tem um determinado papel no contexto da UI Equipar, nomeadamente:

- Trituração – Fábrica responsável pela receção de matéria-prima e sua transformação em granulado para ser utilizado na fabricação de rolhas ou encaminhado para o sistema, *Rate of Optimal Steam Application* (ROSA®) para tratamento do tricloroanisole (TCA).
- Aglomerada (AGLO) – Fábrica dedicada à produção de rolha técnica aglomerada. Recebendo granulado proveniente da fábrica da Trituração ou do sistema ROSA® começa o processo na extrusão de corpos de cortiça e termina no embalamento das rolhas destinadas a clientes externos à UI ou no supermercado dedicado à produção da Equipar distribuição.
- Twin Top® (TT) – Fábrica dedicada à produção de rolhas técnicas que apresentem um ou mais discos, através da colagem dos discos a corpos de cortiça provenientes do processo de extrusão da TT ou de fornecedores externos. À semelhança da fábrica AGLO, estas rolhas destinam-se ou ao supermercado da produção da Equipar distribuição ou ao embalamento para serem expedidas.

- Equipar Distribuição (EQD) – Fábrica responsável pela receção e marcação de rolhas provenientes das fábricas AGLO e TT, a tinta ou a fogo, do logótipo de cada cliente, tratamento e, por fim, embalagem para expedição.

3.2.1 Produtos

Na presente dissertação, foi tido em conta os diferentes tipos de granulado, que dão origem às diferentes rolhas, no cálculo do número de transportes de produto entre as fábricas que constituem a UI Equipar.

A UI Equipar utiliza 3 tipos de granulados, RCT, RA e RN, que se distinguem na sua granulometria, tipo de rolha a que se destinam e valor comercial (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Dimensões e valor relativo dos 3 tipos de granulado

	<i>RCT</i>	<i>RA</i>	<i>RN</i>
<i>Granulometria (mm)</i>	3 a 7	2 a 3	1 a 2
<i>Valor Relativo</i>	€	€€	€€€

O tipo de granulado e de rolha está relacionado com os calibres e tamanhos tanto dos corpos de cortiça como das rolhas produzidas (Figura 3.3). O tipo de rolha e o seu calibre têm impacto na quantidade de material que é movimentado/transportado de cada vez, quer seja por um empilhador, ou por um comboio logístico ou, mesmo, manualmente por um operador.

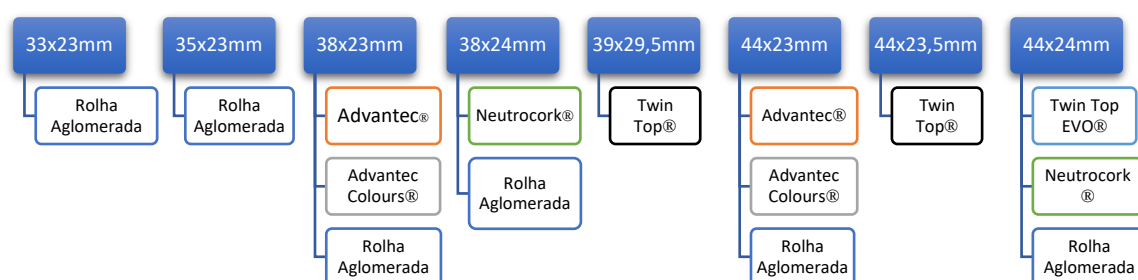


Figura 3.3 - Calibres *Standard* associados aos produtos correspondentes

Fonte: Amorim Cork (2020)

Uma análise da Figura 3.3 permite constatar a existência de diferentes calibres de rolhas e, para o mesmo calibre, diferentes tipologias de rolhas. Por exemplo, a Rolha Aglomerada pode ter 6 diferentes calibres e as rolhas de calibre 38x23mm podem ser de três tipos, nomeadamente, Advantec, Advantec Colours e Rolha Aglomerada.

O armazenamento do material resultante de cada secção produtiva (*Work in Progress-WIP*) de cada fábrica pode ser feito em cestos, *bigbags*, sacos de rafia ou embalagens de cartão. Assim, o número de rolhas e corpos de cortiça (após a extrusão, descrita na Secção 3.4) varia consoante o calibre que está a ser produzido, o que, por sua vez, influencia o número de movimentações/transportes a realizar por encomenda. Por exemplo, a capacidade de um tipo de cesto metálico, em número de rolhas, pode diferir em milhares de rolhas dependendo do calibre da rolha que estiver a movimentar.

3.2.2 Equipamentos de movimentação e transporte

Devido à grande dimensão da UI Equipar, existe a necessidade de utilizar equipamentos de movimentação das matérias-primas, WIP e produtos acabados entre as secções produtivas de cada fábrica e também de efetuar transportes entre as quatro fábricas que a constituem.

Existem três tipos de equipamentos (Figura 3.4) de transporte e movimentação nas fábricas: empilhador, o comboio logístico e porta-paletes. O comboio logístico apenas efetua transportes de grandes quantidades quando da realização do ciclo *Mizusumashi* entre as fábricas EQD e AGLO.



Figura 3.4 - Equipamentos de movimentação e de transporte utilizados na Equipar (não inclui tubagens nem tapetes)

Cada empilhador está alocado a uma fábrica. A grande maioria ou mesmo totalidade das suas operações são desempenhadas na fábrica especificada. A fábrica AGLO dispõe de 3 empilhadores, a fábrica TT dispõe de 3 empilhadores e a fábrica EQD possui 1 empilhador (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Número de empilhadores em cada fábrica

Fábrica AGLO	Fábrica TT	Fábrica EQD
3	3	1

Atualmente, as movimentações dentro das fábricas AGLO e TT são feitas majoritariamente por empilhador ou pelo operador no caso de cestos mais leves, passíveis de serem manuseados sem grande esforço físico pelos operadores. Devido à grande dimensão, peso e ausência de rodas nos cestos metálicos grandes (Figura 3.5), os operadores estão dependentes do empilhador sempre que existe a necessidade de movimentar ou transportar um cesto deste tipo.

Material de armazenagem	Cesto metálico grande	Cesto metálico pequeno	Cesto metálico médio (c/ engate)	Cesto pequeno colorido	Palote grande
Fotografia					
Transportado por	empilhador e comboio	empilhador	empilhador	empilhador	empilhador e força manual
Volume útil (m³)	2,30	1,05	1,6	1,6	2
Material de armazenagem	Palote pequeno	Saco de rafia	BigBag grande	BigBag pequeno	Caixa de cartão
Fotografia					
Transportado por	empilhador e força manual	empilhador	empilhador	empilhador	empilhador e força manual
Volume útil (m³)	1,05	--	1,5	1	0,13/caixa

Figura 3.5 - Equipamentos de armazenagem utilizados na UI Equipar (não inclui buffers-silos)

3.2.3 Material de armazenagem

São vários os equipamentos utilizados na armazenagem dos materiais resultantes das diferentes fases do processo produtivo da Equipar e que se adaptam aos equipamentos de movimentação usados. Na Figura 3.5 são identificados todos os equipamentos utilizados na Equipar para armazenagem de produto acabado ou WIP, bem como as suas dimensões de volume útil e o equipamento utilizado para o seu transporte ou força manual caso o cesto seja passível de ser empurrado pelo operador. Por exemplo, o equipamento de armazenagem cesto metálico grande pode ser transportado pelo empilhador e pelo comboio, enquanto o cesto metálico pequeno

só é transportado pelo empilhador. O cesto metálico grande tem um volume útil ($2,3\text{m}^3$) superior ao dobro do volume útil do cesto metálico pequeno ($1,05\text{m}^3$). O cesto pequeno colorido distingue-se de todos os outros cestos por ser utilizado exclusivamente para depósito de produtos defeituosos. Existe um vasto conjunto de equipamentos de armazenagem que pelas suas características necessitam do empilhador para poderem ser movimentados ou transportados.

Existem locais destinados à permanência de cada tipo de material de armazenagem entre secções produtivas. Estes locais encontram-se delimitados por fitas amarelas e existe a tentativa de evitar que diferentes materiais se misturem. Por exemplo, tenta-se evitar a utilização de dois tipos de cesto diferentes para rolhas produzidas na mesma secção, pois facilita a organização do espaço e previne atrasos na reposição dos cestos vazios na linha de produção.

3.3 Layout da Unidade Industrial Equipar

Esta Secção apresenta o *layout* da UI Equipar com todas as suas secções produtivas, dando uma maior ênfase nas fábricas AGLO, TT e EQD. São ainda representados os pontos de recolha de material de armazenagem entre as secções produtivas de cada fábrica.

Na Figura 3.6 encontram-se representadas as 18 secções produtivas identificadas por cores consoante a fábrica a que pertencem e por isso, onde se encontram. Representada a vermelho é a fábrica da Trituração juntamente com o sistema ROSA®, a azul a fábrica TT, a verde a fábrica AGLO e a amarelo a fábrica EQD. O armazém de expedição está sinalizado a cinzento.

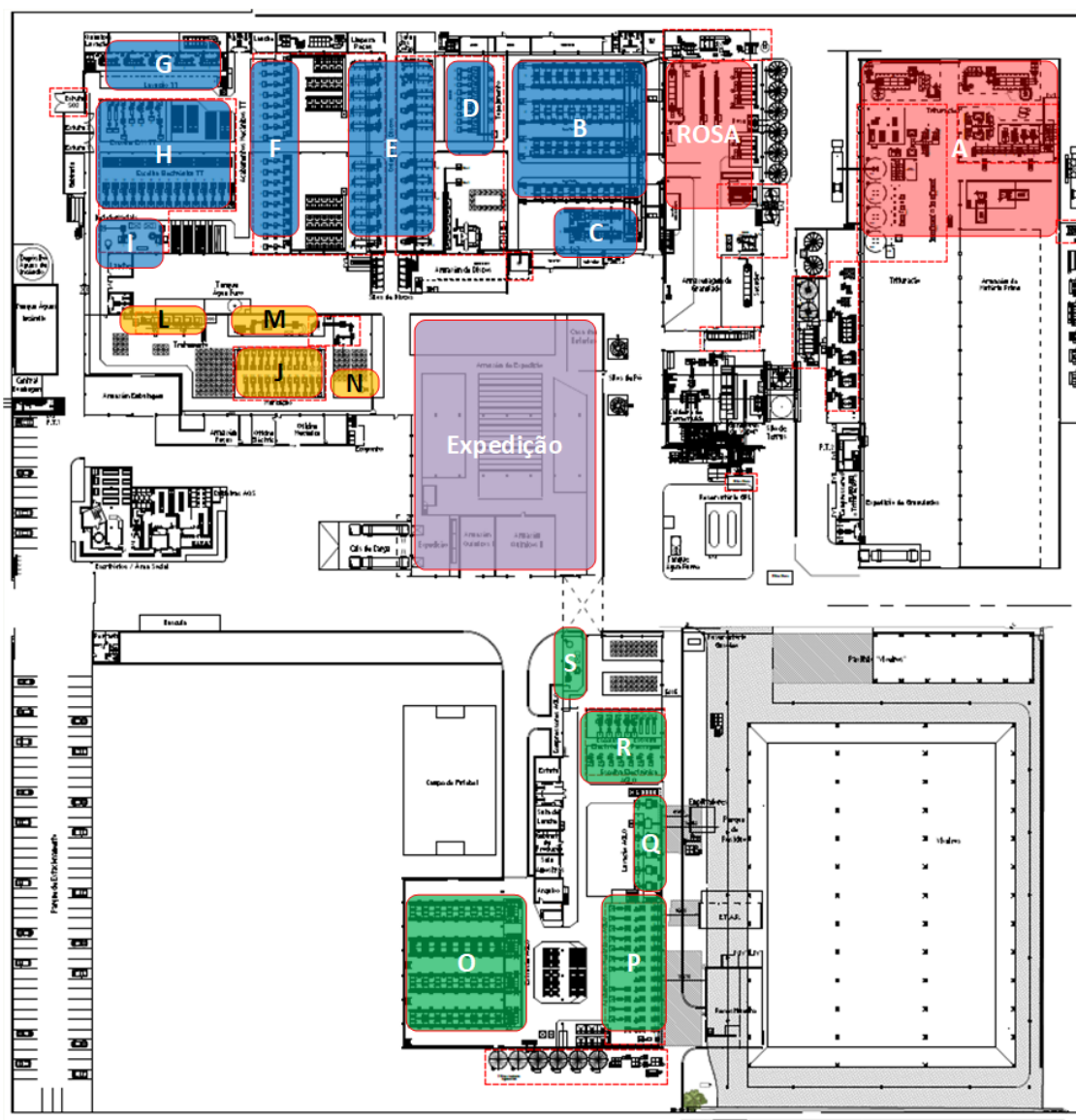


Figura 3.6 - Layout da UI Equipar com a identificação das secções produtivas

Secções:

- | | |
|-----------------------------|---|
| A – Trituração | J – Marcação |
| B – Extrusão | L – Tratamento |
| C – Moldação | M – Contagem, embalagem e detetor de metais |
| D – Topejamento | N – Filmagem |
| E – Colagem | O – Extrusão |
| F – Acabamentos mecânicos 1 | P – Acabamentos mecânicos 2 |
| G – Lavagem | Q – Lavagem |
| H – Escolha Eletrónica | R – Escolha eletrónica |
| I – Embalamento | S – Embalamento |

As secções produtivas são descritas mais detalhadamente na Secção 3.4.

A zona de permanência do material de armazenagem encontra-se delimitada por fita amarela. No entanto, é recorrente encontrarem-se cestos e *bigbags* fora das zonas delimitadas, por vezes obstruindo a passagem de empilhadores ou do comboio logístico, como é o caso apresentado na Figura 3.7. É frequente a utilização de cestos e palotes de outras secções produtivas para armazenagem de produtos semiacabados entre secções às quais estes não pertencem. Isto acontece quando existe uma sobreocupação do material de armazenagem da secção em causa. Tal cria um efeito bola de neve que conduz à desorganização, a perdas de tempo dos operadores à procura do material e à utilização de material não adequado para o processo onde se encontra.



Figura 3.7 - Cestos fora da zona delimitada obstruindo a passagem e impossibilitando a manobrabilidade do comboio logístico

O modo como o material é organizado em alturas de valores mais elevados de WIP torna-se um desafio para a UI Equipar. Por vezes, a falta de espaço leva ao empilhamento de cestos em zonas de passagem de empilhadores e pessoas, aumentando o risco para a segurança humana e o risco de perda e danos materiais (Figura 3.8).



Figura 3.8 - Cestos empilhados em zona de passagem de empilhadores

Na Figura 3.9 são apresentadas as zonas destinadas à permanência do WIP em cestos, palotes ou *bigbags* em cada uma das 4 fábricas. Os números presentes dentro dos limites de cada zona identificam o equipamento de armazenagem que é utilizado.

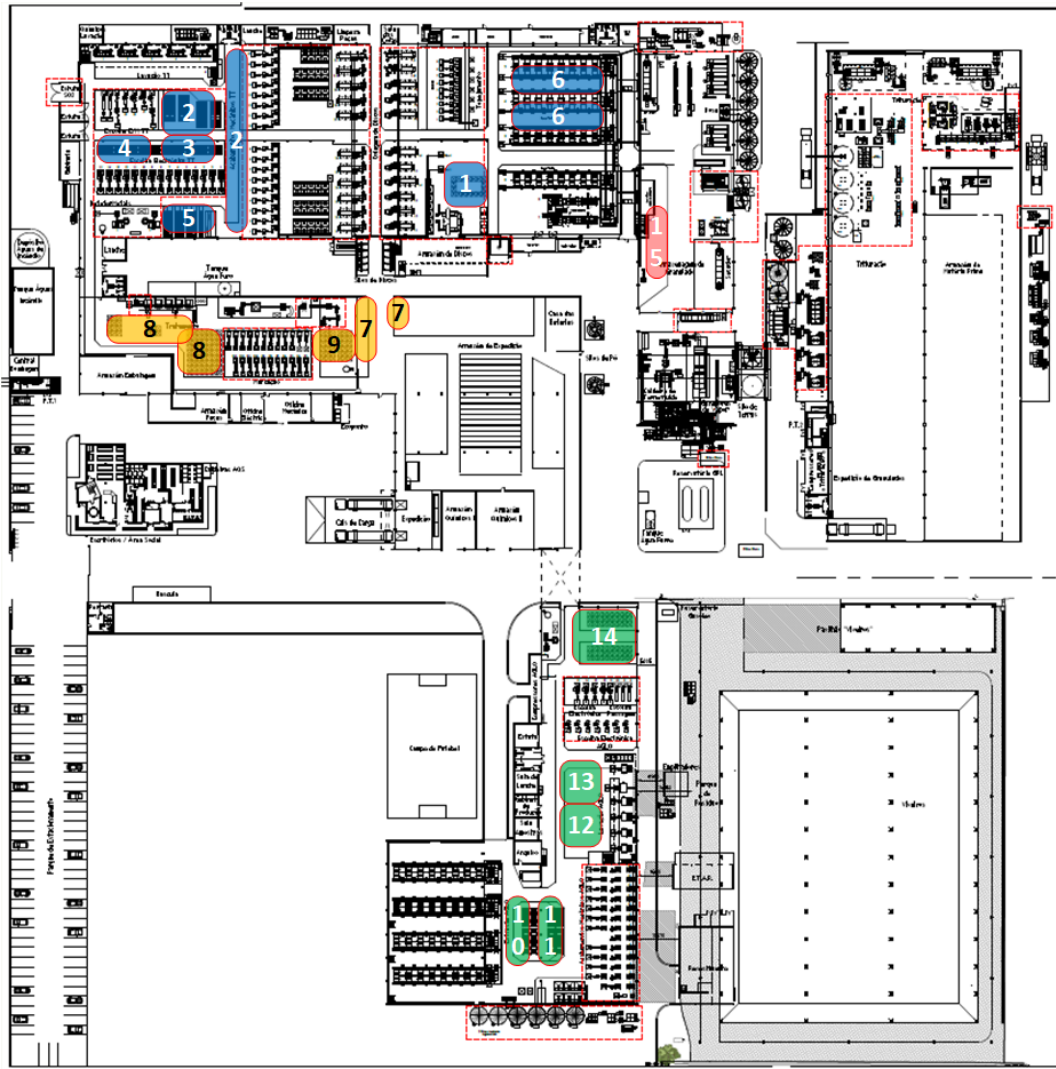


Figura 3.9 - Zonas de permanência de WIP em cestos, *bigbags* e palotes

Equipamento de armazenagem:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1,3,5,7,12,14 – Cesto metálico grande | 4,13 – Cesto pequeno colorido |
| 2 – Palote grande | 8 – Palote pequeno |
| 6,12 – Cesto metálico médio | 9 – Caixas de cartão (paletes para filmar) |
| 10,11 – Cesto metálico pequeno | 15 – <i>Bigbag</i> grande |

Grande parte dos cestos utilizados são os cestos metálicos grandes. No entanto estes exigem a utilização do empilhador para a sua movimentação e para o abastecimento às máquinas. Conduz ainda a tempos de produção mais elevados de cada cesto em comparação com o tempo de processamento de um palote. Por exemplo, o tempo de ciclo de uma rolha é sempre o mesmo,

logo um cesto com uma área útil superior para levar um maior número de rolhas, demora mais tempo a ficar cheio do que um cesto menor. Ou seja, cadência de produção cesto a cesto aumenta quanto menor for a área útil do cesto, pois armazena menos rolhas.

3.4 Fabricação de rolhas de cortiça

Foi elaborado um fluxograma (Figura 3.10**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) de todo o processo produtivo de rolhas de cortiça da UI Equipar, após a secção de trituração que alimenta com granulado as fábricas AGLO e TT. Este fluxograma tem como objetivo uma representação, numa perspetiva alargada, os fluxos produtivos dentro da UI Equipar, bem como o fluxo produtivo de cada uma das fábricas AGLO, TT e EQD e a comunicação que existe entre elas. Verifica-se que as 3 fábricas se destinam à produção de diferentes produtos, que após serem embalados são transportados diretamente para o armazém de expedição. Partilha de recursos entre as fábricas que se deve a decisões de planeamento têm em conta a capacidade das secções de produção.

Seguidamente são descritos com algum detalhe o fluxo de informação na UI Equipar e os processos produtivos de rolhas de cortiça das 3 fábricas. É dado enfoque ao funcionamento de cada processo produtivo, quer a nível do processo, quer a nível logístico de movimentação de material e também à comunicação entre operadores e outras hierarquias.

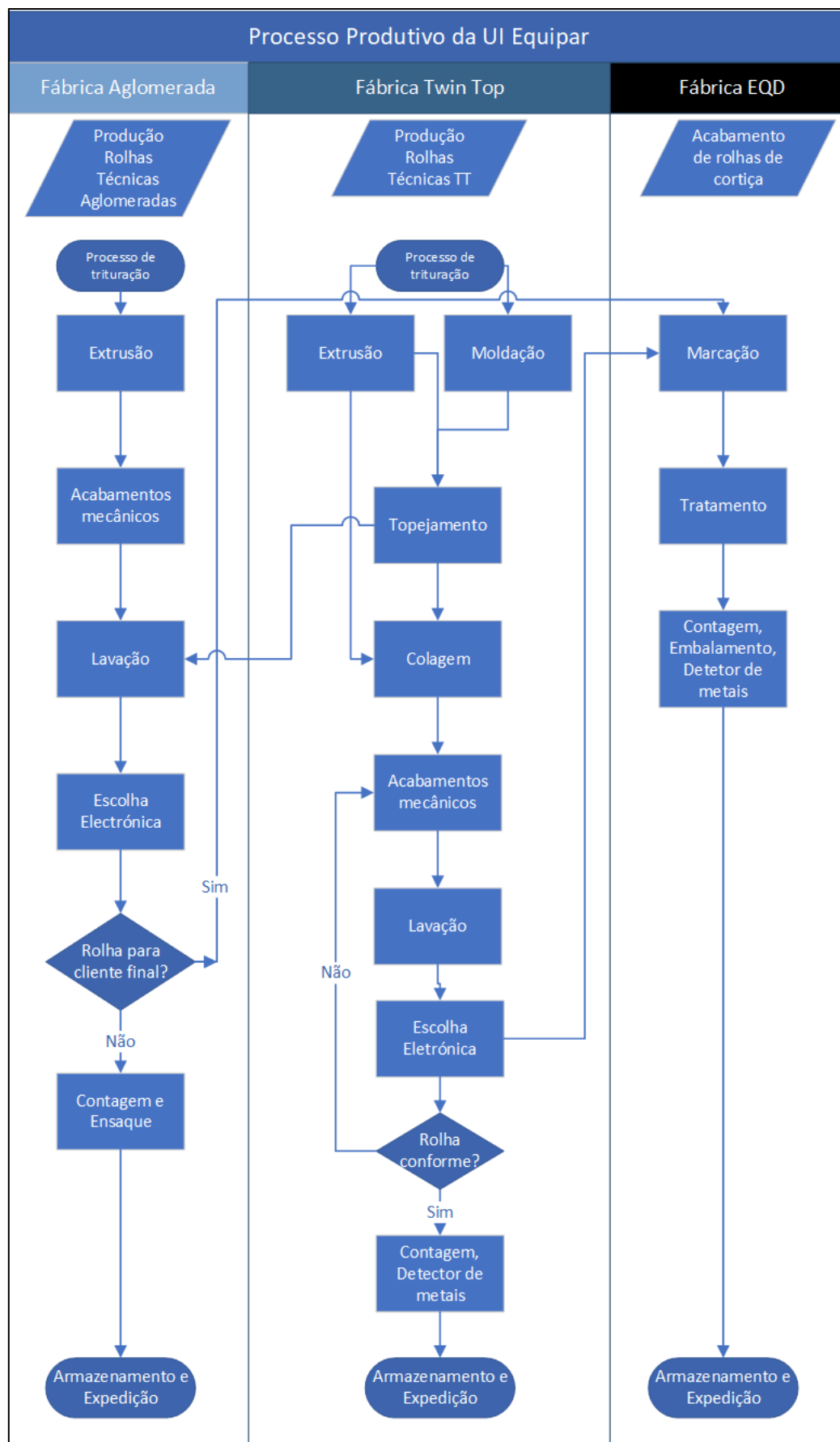


Figura 3.10 - Processo de fabrico de rolhas de cortiça da UI Equipar (após o processo da Trituração)

3.4.1 Fluxo de informação

A logística interna estabelece e divulga, nos respetivos quadros de produção de cada secção, o plano de produção para satisfazer as necessidades diárias de cada calibre de corpo ou rolha, onde é especificada a quantidade a produzir em cada linha na extrusão/moldação. Com base no planeamento da produção, são então definidas as necessidades de matérias-primas, materiais de embalagem e subsidiários para toda a produção. O preenchimento dos quadros de produção é feito uma vez por semana, onde o quadro é preenchido com o plano de produção semanal discriminado para cada dia. Existem, no entanto, quadros de produção onde esta discriminação não é feita, como é o caso do quadro da embalagem destinado à produção da fábrica EQD onde é descrita apenas a quantidade total a embalar por semana. A Figura 3.11 é um exemplo de um quadro de produção utilizado para indicar a quantidade total de rolhas a embalar durante a semana. Contudo existem frequentemente ajustes das quantidades planeadas a produzir devido à variabilidade a que está sujeita a produção. Esta variabilidade da produção deve-se, principalmente à dificuldade no balanceamento das linhas de produção e ao sistema de abastecimento.

A dificuldade no balanceamento das linhas refere-se a cadências de produção distintas que levam à acumulação de WIP entre secções produtivas, como por exemplo, a secção de acabamentos mecânicos da fábrica AGLO apresenta um tempo de ciclo de 50,47 segundos por cada mil rolhas enquanto a secção de lavagem da fábrica AGLO apresenta um tempo de ciclo de 33,51 segundos. Esta disparidade de cadências de produção entre secções produtivas pode levar a constrangimentos a nível do planeamento da produção ou mesmo da organização do espaço.

O sistema de abastecimento segue o modelo tradicional onde praticamente todas as movimentações/transportes são realizadas por empilhador. Isto por vezes leva à negligência na reposição de cestos vazios necessários à produção e por sua vez a perdas de tempo quando é necessário iniciar nova produção e o cesto ainda se encontra na secção de produção a jusante. Um exemplo é a secção de topejamento da fábrica TT onde, por vezes, é necessário recorrer-se a cestos não destinados à secção e topejamento para se poder continuar a produção. Isto leva à ocupação desnecessária de cestos que podem ser necessários a outra secção que leva a tempos de espera e mesmo de paragem de máquinas desnecessários.

As fábricas AGLO e TT possuem fluxos de informação muito semelhantes, no que toca às ferramentas utilizadas e à forma como operam as equipas.

Necessidades EQD			
Rolha	Cestos	Quantidade	Observações
TI 64R23,5 B clear		150ML	A PARTIR 2ª FEIRA
TI EVO 64R23,5 AA clear		20 ML	"
TI EVO 64R23,5 A clear	X	39 ML	"
TI EVO 64R23,5 A clear		20 ML	"

Figura 3.11 - Quadro de produção da secção de embalagem da fábrica TT

O controlo da produção é realizado através do preenchimento de quadros onde são feitas as declarações de produção (Figura 3.12). Estes são preenchidos manualmente pelos operadores de cada secção em todos os turnos. Para além da declaração da quantidade produzida pelo turno, é ainda registada a justificação do nível de produção atingido quando este fica abaixo do planeado (observável na Figura 3.12 em “ocorrências”). Esta informação é posteriormente utilizada na resolução de problemas na reunião *kaizen* diária, onde todos os responsáveis de produção e planeadores estão presentes.

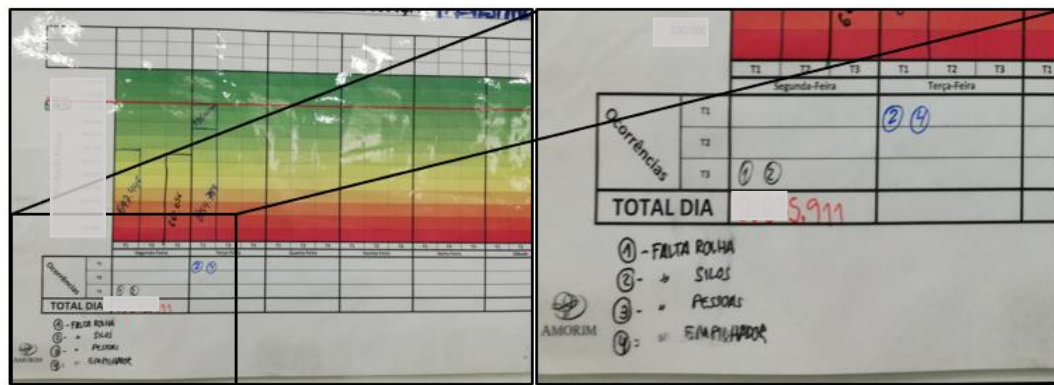


Figura 3.12 - Quadro de declaração da produção e justificação de produções inferiores ao planeado

É importante referir que em várias secções estão afixadas as normas a seguir para a realização do trabalho duma forma *standard*, tal como existe uma norma de funcionamento do comboio logístico com a descrição do procedimento a seguir na operação do comboio, a rota a percorrer e, ainda, a duração esperada de cada volta. Na Figura 3.13 observam-se, designadas de operações internas, todas as tarefas a realizar pelo operador encarregue pelo comboio logístico numeradas com a descrição adequada e o tempo médio que deve demorar a sua realização. A norma apenas se aplica aos turnos 2 e 3 entre as fábricas EQD e AGLO, pois o comboio logístico necessita de recarregar a sua bateria durante o primeiro turno. No entanto, verifica-se que estas normas de “*standard work*” referem-se apenas a situações específicas, como a limpeza e o arranque do turno. Não existem normas que assegurem o *standard work* na realização de operações frequentes, como

a reposição de material de armazenagem nas linhas e o sequenciamento de tarefas no arranque de uma máquina com o sistema informático.

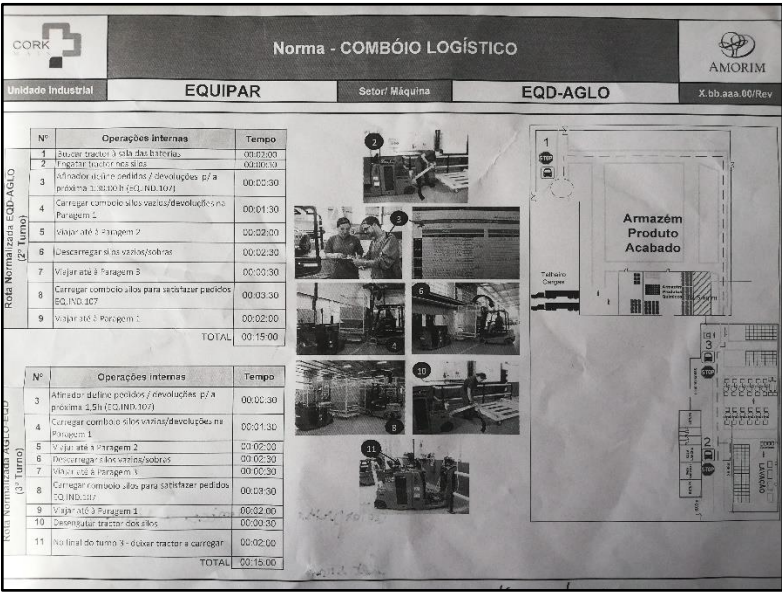


Figura 3.13 - Norma de funcionamento do comboio logístico

Para a identificação e uma melhor gestão visual do produto presente em cada equipamento de armazenagem são utilizadas etiquetas *kanban* de identificação. As etiquetas são preenchidas em todas as secções produtivas por onde passaram com informação referente ao processo. Nestas etiquetas *kanban* são identificados o produto, o lote, a sua classe, o seu calibre, qual foi a lavação utilizada e ainda as datas de quando o produto foi processado em cada secção produtiva e a máquina usada (Figura 3.14).

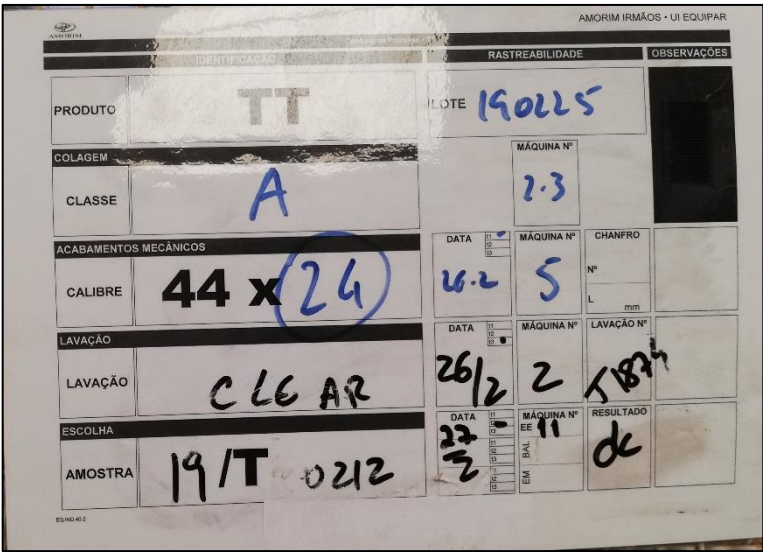


Figura 3.14 - Kanban de identificação do produto

O processo de produção de rolhas a jusante do processo de trituração envolve as fábricas ALGO, TT e EQD no que respeita a rolhas aglomeradas, *twin top* e marcadas, respetivamente. Seguidamente é descrito o processo produtivo de cada fábrica.

3.4.2 Processo produtivo de rolhas aglomeradas – Fábrica AGLO

A fábrica AGLO envolve 5 secções de produção pelas quais as rolhas passam sequencialmente: extrusão, acabamentos mecânicos, lavação, escolha eletrónica e embalamento.

A produção de rolhas aglomeradas na fábrica AGLO tem o seu início na secção de extrusão onde é feita a mistura e extrusão de granulado com químicos, na forma de bastões com o diâmetro especificado, sendo estes cortados com o comprimento adequado aos corpos de cortiça necessários no processo seguinte. O granulado utilizado nesta secção pode ser abastecido de 2 formas ou por tubagens ou utilizando um empilhador que movimenta o granulado armazenado em *bigbags* grandes na secção de Trituração até às misturadoras, com ou sem tratamento no sistema ROSA.

Segue então para a secção de acabamentos mecânicos que integra 3 processos, a retificação, o ponçamento e o chanfro da rolha. Esta secção é responsável por conferir à rolha as suas dimensões finais. Pode ainda receber rolhas defeituosas e efetuar o seu rebaixe, reprocessamento para dimensões inferiores. O abastecimento da secção é realizado com recurso a tapetes e o operador é responsável por retirar da linha manualmente o cesto metálico pequeno cheio de rolhas e repor um vazio.

Em seguida os cestos metálicos pequenos são movimentados para a secção da lavação.

Na secção da lavação, existem 3 tipos de lavação com tempos de processamento distintos: 60 minutos, 90 minutos e 150 minutos. A medida de cada lavação é 2 cestos metálicos pequenos cheios até ao limite assinalado. Este processo pode ser abastecido com rolha retificada na secção de acabamentos mecânicos da própria AGLO ou, então, da secção de Topejamento da TT.

Quando as rolhas são provenientes da fábrica TT verifica-se que estas passam por 3 tipos de equipamento de armazenagem até chegarem ao local de abastecimento do processo. Inicialmente são depositadas num cesto metálico grande, depois são transferidas para cestos metálicos médios para serem transportadas e, por fim, são depositadas em cestos metálicos pequenos para o carregamento da máquina da lavação. Esta última transferência para cestos pequenos é feita com recurso ao empilhador, onde este



Figura 3.15 - Transferência de rolhas de cestos metálicos médios para cestos pequenos

empilha um cesto sobre o outro e descarrega as rolhas (Figura 3.15). Esta operação para além de promover alguma insegurança, não acrescenta qualquer valor.

Após lavadas, as rolhas são escolhidas eletronicamente de forma a impedir a passagem de rolhas com defeito, quer a nível de cor, quer a nível de tamanho ou porosidade. Devido à altura da plataforma onde as máquinas são abastecidas e ao tipo de cesto usado, o operador necessita sempre do empilhador para realizar o abastecimento.

Em seguida, as rolhas escolhidas ficam a aguardar no supermercado. O supermercado apresenta um nível de stock definido com base no histórico e que corresponde à cobertura de um dia. Este serve de garantia para o abastecimento contínuo da fábrica EQD e do embalamento na fábrica AGLO que se situa próximo do supermercado.

A recolha das rolhas do supermercado para a fábrica EQD é feita através do comboio logístico conduzido pelo operador logístico da EQD durante a realização do ciclo *Misuzumashi*, que será descrito na Secção 3.5.

3.4.3 Processo produtivo de rolhas Twin Top – Fábrica TT

A fábrica TT opera de forma semelhante à fábrica AGLO no que respeita os processos realizados na produção de rolhas TT, envolvendo 8 secções de produção, nomeadamente: extrusão, moldação, topejamento, colagem, acabamentos mecânicos, lavação, escolha eletrónica e embalamento.

Na fábrica TT o granulado chega a duas secções, extrusão e moldação. Ambas as secções produzem corpos de cortiça, mas com processos diferentes. O tipo de granulado que estas recebem também é diferente. A extrusão apenas recebe granulado tratado no sistema ROSA, enquanto que a moldação pode receber granulado com ou sem passagem no sistema ROSA. Existe esta distinção devido às exigências dos clientes em relação à quantidade de TCA¹ presente no produto final. A fábrica TT responde ao requisito de nível de TCA mais exigente. Em ambas as áreas de produção são utilizados cestos metálicos grandes para o armazenamento dos corpos. Estes cestos servem também de medida da produção, uma vez que quando a quantidade produzida atinge um certo nível do cesto, o operador pára a girafa que abastece o cesto e retira-o da linha. A contagem da produção é feita eletronicamente através de sensores e é apresentada na etiqueta que acompanha o cesto até à próxima secção produtiva, a secção de topejamento.

Na secção de topejamento os corpos de cortiça são lixados nas extremidades para facilitar a colagem dos discos na secção seguinte. Nesta secção os corpos são armazenados em cestos metálicos grandes. Apenas cerca de 40% da produção desta secção é alocada à fábrica TT. O restante é transportado em cestos metálicos pequenos para a lavação da fábrica AGLO. A produção a fornecer à fábrica AGLO passa também por todos os processos de acabamentos mecânicos, não apenas pelo lixamento das extremidades. Estas rolhas são inicialmente

¹ “É um composto químico vulgarmente presente na natureza e pode ser encontrado na madeira, no vinho, na água, no solo, em frutas e legumes e, também, na cortiça. O TCA pode formar-se diretamente em alguns desses produtos, desde que estejam contaminados com clorofenóis, que são os principais precursores do TCA.” (‘Realcork – Combate ao TCA’, 2020)

armazenadas em cestos metálicos grandes, mas posteriormente são transferidas para cestos metálicos médios com novas etiquetas com quantidades calculadas “a olho”. Esta estimativa é feita por não se saber a quantidade de rolhas que se encontram em cada cesto metálico médio após a transferência das mesmas. Consequentemente, o rastreamento do número real de rolhas em produção entre os processos de topejamento e escolha eletrónica (nova contagem) na fábrica AGLO fica comprometido. À posteriori é necessário um acerto manual de quantidades, moroso, pois a disparidade entre o número real de rolhas em produção e o número registado no sistema informático pode atingir valores na casa dos milhões de rolhas.

Os corpos de cortiça topejados são então transportados para silos na secção da colagem. Aí é feita a colagem dos discos de cortiça aos corpos. Os discos vêm categorizados em A, B e C, onde o tipo A é o que apresenta uma maior qualidade visual. É na colagem que se diferenciam os vários produtos produzidos, consoante a posição e número de discos colados em cada topo: 0+1 (um disco), TT ou 0+2 (dois discos do mesmo lado). Estes corpos com discos colados, são então levados por transporte pneumático para *buffers* onde necessitam de um tempo de permanência entre 24 e 48h para assegurar a colagem dos discos.

A produção nos processos subsequentes é idêntica à da produção da fábrica AGLO. Difere apenas no tipo equipamento de armazenagem utilizado nas secções de acabamentos mecânicos e na lavagem onde se recorre a palotes grandes. Por fim, passam pelas secções de escolha eletrónica e embalagem.

3.4.4 Processo produtivo de rolhas marcadas – Fábrica EQD

A fábrica EQD responsabiliza-se pelo acabamento das rolhas. Este acabamento envolve 4 secções de produção e consiste na marcação, tratamento, contagem e filmagem das rolhas recebidas das fábricas AGLO e TT e de rolhas compradas a terceiros.

O planeamento da produção de todas as secções é feito a partir da análise da carteira de encomendas que é atualizada diariamente. Como as outras duas fábricas, a fábrica EQD utiliza um sistema de produção *pull* com a utilização de *kanbans* de produção. Esta diferença no sistema de produção sente-se imediatamente na quantidade de WIP presente no chão de fábrica, sendo este muito mais reduzido do que nas fábricas AGLO e TT.

O abastecimento de rolhas à secção da marcação é feito com recurso a um comboio logístico que pode transportar até 3 cestos metálicos grandes, deixando o único empilhador da fábrica EQD livre para a realização de outra tarefa que seja necessária no momento. Esta secção dedica-se à marcação de rolhas, a fogo ou a tinta, com o logotipo ou inscrição do respetivo cliente.

Depois de marcada, a rolha é depositada em palotes pequenos e empurrada para uma zona onde a qualidade das rolhas é avaliada, tanto visual como química, sendo depois dada a indicação para produzir.

As rolhas marcadas podem ou não ser sujeitas a um processo de eliminação de peróxidos numa estufa SO₂.

Em seguida, as rolhas são movimentadas para a secção de tratamento onde lhes é conferido o tratamento de superfície que tem como objetivo principal garantir a extração da rolha da garrafa pelo cliente final sem esta partir e facilitar a introdução da rolha na garrafa nas fábricas de engarrafamento.

O último processo a que as rolhas são sujeitas é o de contagem, embalagem e deteção de metais. Este processo difere do de outras fábricas no equipamento de armazenagem das rolhas, pois, em vez de paletes com sacos de rafia, são utilizadas caixas de cartão com uma melhor apresentação. As paletes com caixas finalizadas são transportadas pelo empilhador para o armazém de expedição onde são armazenadas até à sua expedição.

3.5 Comboio logístico - ciclo Mizusumashi

A UI Equipar possui um comboio logístico que tem como objetivo assegurar o abastecimento da fábrica EQD.

O comboio logístico existente possui apenas três carruagens para transportar um cesto em cada uma. As carruagens são adequadas apenas para o transporte de cestos metálicos grandes ou de paletes, pois estas são lisas e sem batentes, o que torna impossível o transporte de qualquer tipo de cesto que possua rodas (Figura 3.16).



Figura 3.16 - Carruagem do comboio logístico

O comboio logístico, conduzido pelo operador logístico da EQD, efetua apenas uma rota que passa pela secção de Lavagem na fábrica AGLO para repor cestos vazios e pelo supermercado (SPM) para satisfazer a linha de produção da fábrica EQD (Figura 3.17). As estações assinaladas na Figura 3.17 com os números 1, 2 e 3 são identificadas, respetivamente, como estação EQD, estação lavagem e estação SPM. Os dois turnos (o primeiro das 8:00h às 16:00h e o segundo das 16:00h às 24:00h) diferem no início do ciclo, pois o primeiro turno está sujeito ao arranque da fábrica. O operador logístico da fábrica EQD, no início do primeiro turno não realiza o ciclo normal, pois necessita de carregar todas as máquinas que não possuam rolhas para marcar, o que equivale a 3 ou 4 ciclos seguidos apenas entre a estação EQD e a estação SPM na fábrica AGLO.

Só depois do arranque é que o operador logístico realiza as outras tarefas que são também da sua responsabilidade.

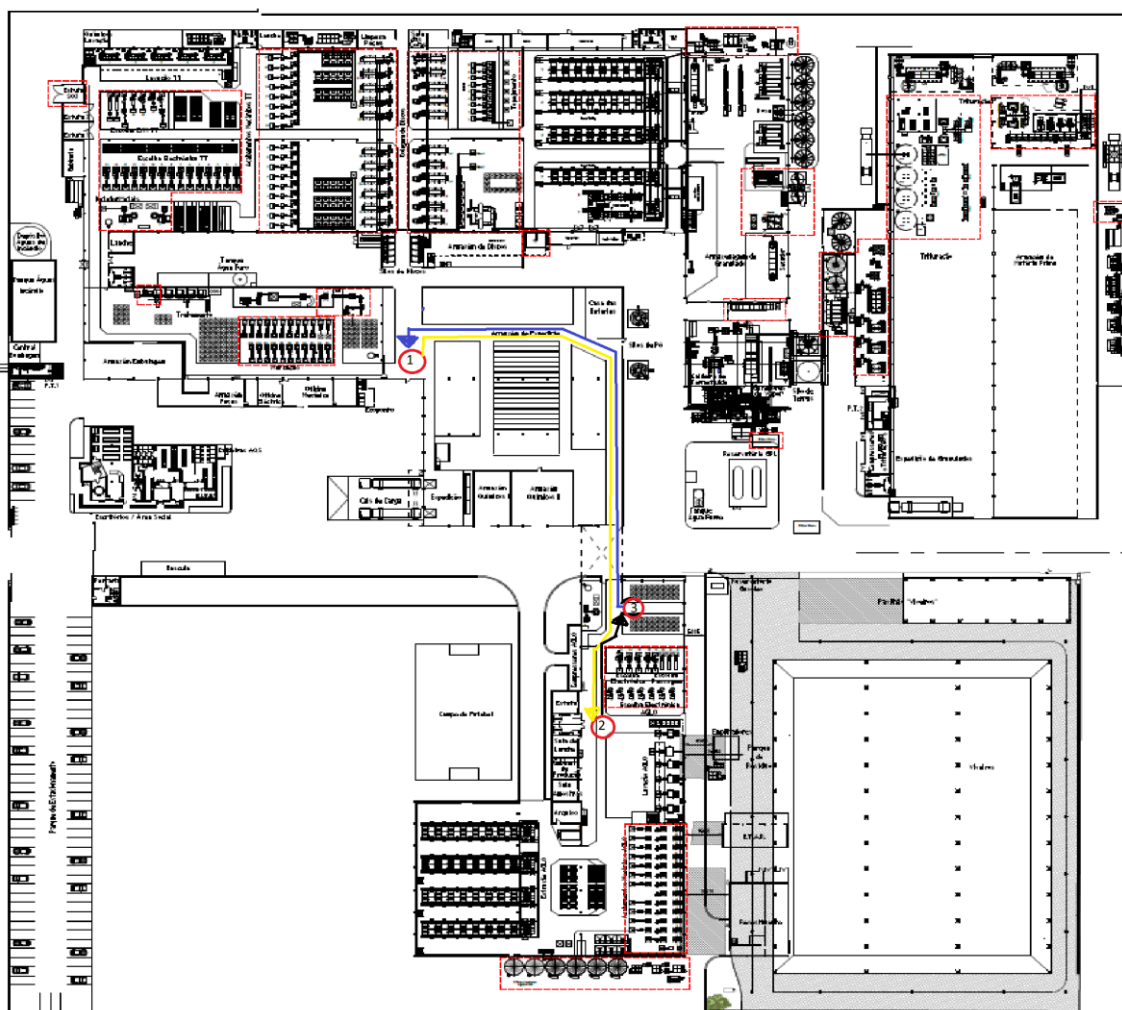


Figura 3.17 - Rota realizada pelo comboio logístico

Seta amarela: transporte de cestos metálicos grandes vazios

Seta azul: transporte de cestos metálicos grandes cheios

Seta preta: deslocação em vazio

Um ciclo *Mizumashi* tem uma duração total de 15.5 minutos, onde são percorridos 340 metros (Figura 3.18). De acordo com a norma que está definida para o comboio logístico, o ciclo *Mizumashi* é realizado de 90 em 90 minutos, o que obriga uma definição prévia das encomendas e devoluções que satisfazem a produção durante os próximos 90 minutos na estação 1. Ainda na estação 1 são carregadas as carruagens com cestos vazios da secção da marcação ou com cestos para ser devolvidos à fábrica AGLO devido a mudanças no planeamento. Os cestos grandes metálicos são descarregados na estação 2 para servirem a secção da lavagem da fábrica AGL. O comboio segue vazio para a estação 3, SPM, onde são carregadas as encomendas previamente definidas para abastecer a secção da marcação com rollhas para marcar (Figura 3.13). Para além

da operação do comboio logístico, o operador logístico da EQD é responsável por toda a logística associada à operação da fábrica EQD. O operador logístico efetua todas as tarefas logísticas entre voltas com o comboio.

A taxa de utilização do comboio é de 18%, ou seja, está em circulação apenas 18% do turno, o restante tempo encontra-se parado. À realização do ciclo está associada a “Norma – Comboio logístico” para orientação do operador logístico em relação a todas as tarefas a realizar e o tempo que deve demorar em cada uma delas. Na Tabela 3.3 são apresentadas todas as tarefas inerentes ao ciclo, o tempo estimado e o tempo acumulado com a realização de cada tarefa. Todos os tempos têm por base cronometragens realizadas previamente pelo responsável de produção da fábrica EQD que se mantêm semelhantes após terem sido realizadas recentemente novas cronometragens.

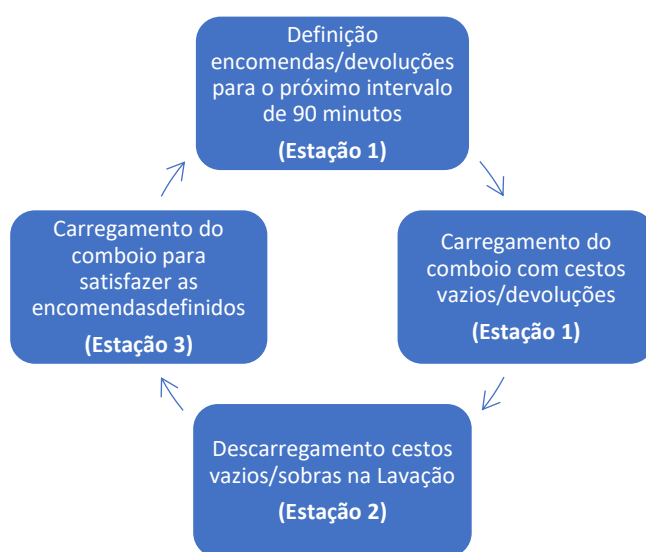


Figura 3.18 - Ciclo Mizusumashi realizado pelo comboio logístico

Tabela 3.3 - Tarefas realizadas pelo operador logístico da EQD durante o ciclo *Mizusumashi*

Nº	Tarefa	Duração (min)	tempo cumulativo (min)	Distância (m)
1	Definir pedidos para o próximo abastecimento da EQD	0:01:00	0:01:00	--
2	Engate do comboio às plataformas	0:01:00	0:02:00	--
3	Carregar as 3 plataformas com cestos grandes vazios na paragem 1	0:03:00	0:05:00	--
4	Viajar até à paragem 2	0:01:30	0:06:30	170
5	Descarregar os 3 cestos grandes vazios na paragem 2	0:02:30	0:09:00	
6	Viajar vazio até à paragem 3	0:00:30	0:09:30	30
7	Carregar as plataformas com 3 cestos grandes cheios para satisfazer os pedidos da EQD	0:04:00	0:13:30	
8	Viajar até à paragem 1	0:02:00	0:15:30	140

O comboio efetua somente uma rota devido ao facto de inicialmente este comboio fazer parte da fábrica EQD e do operador que o opera ser o operador logístico responsável pela logística interna e externa da EQD.

Foi feita a identificação de todas as tarefas que este operador logístico realiza, bem como a estimativa do tempo necessário à sua realização por turno. A Tabela 3.4 apresenta 17 tarefas realizadas pelo operador, o número de vezes que cada uma foi realizada, a respetiva duração e a duração total por turno. Existem tarefas que são realizadas com maior frequência do que outras. A estimativa para do número de vezes que é executada uma tarefa foi feita tendo por base o funcionamento da fábrica EQD nos 2 turnos, com valores objetivo de produção iguais para ambos os turnos. O operador logístico não segue nenhuma ordem específica na realização das tarefas pois estas são efetuadas quando necessário. O número de vezes que é executada cada tarefa também varia, por exemplo, o abastecimento às máquinas da marcação é feito, em média, 24 vezes por turno enquanto que o abastecimento de plástico para a embalagem das rolhas apenas necessita de ser feito, em média, 6 vezes por turno.

Tabela 3.4 - Tarefas realizadas pelo operador logístico da EQD

Tarefa	Descrição da tarefa	Nº execuções/turno	t (min)/ execução	total (min)
1	Abastecer máquinas da secção de marcação, consoante disponibilidade de rolhas no buffer da EQD	24	3.0	72.0
2	Garantir o plástico para embalar as rolhas de acordo com o plano e registo no sistema MES ²	6	1.3	7.5
3	Garantir caixas para embalar as rolhas de acordo com o plano e registo no sistema MES	6	1.3	7.5
4	Garantir paletes para colocar as caixas embaladas de acordo com o plano e registo no sistema MES	6	1.3	7.5
5	Retirar da linha de embalamento as paletes já concluídas	36	1.4	51.0
6	Filmar e colar etiqueta na paleta	36	1.5	54.6
7	Arrumar paletes EQD no Armazém de Expedição (considerar o abastecimento mais demorado nas <i>racks</i>)	36	2.8	100.2
8	Levar rolhas para a estufa S0 ₂	14	1.5	21.0
9	Ir buscar rolhas da estufa S0 ₂	14	1.5	21.0
10	Registar movimentações de silos da AGLO no sistema MES	24	0.5	12.0
11	Despejar rolhas diretamente do silo para palotes para tratamento	3	3.0	9.0
12	Abastecer a secção de tratamento com produtos químicos	--	6	6
13	Transportar paletes para os viveiros	--	6	6
14	Transportar desperdício de papel/cartão para o contentor na zona de desperdícios	--	12	12
15	Entregar à produção paletes de rolhas compradas	--	15	15
16	Garantir o abastecimento das máquinas da marcação com rolha da TT	--	3	3
17	Transportar paletes para refazer por mudança de encomenda ou danos na embalagem	--	7.5	7.5

² O sistema MES (*Manufacturing Execution Systems*), da indústria 4.0, faz a gestão de todo o sistema produtivo. Utilizado para monitorizar em tempo real todos os processos com informação proveniente das máquinas, *input* dos operadores no sistema ou robôs. Permite também atualizar constantemente indicadores de desempenho para o controlo do OEE (*Overall Equipment Efficiency*).

As tarefas 12 a 17 identificadas na Tabela 3.4 não são realizadas com regularidade e, por vezes, não acontecem durante vários dias. Não sendo possível atribuir-lhes uma frequência ou número de execuções médio, não foram consideradas no presente estudo.

3.6 Síntese do capítulo

Neste capítulo foram apresentados todos os equipamentos de armazenagem e movimentação e transporte bem como onde é que estes são utilizados no processo produtivo. Foram também identificadas ferramentas que auxiliam o fluxo de informação e como é feita a sua utilização.

Para o comboio logístico foi feita uma análise preliminar do seu modo de operação e do operador que o conduz. Identificaram-se algumas oportunidades de melhoria a nível do equipamento de armazenagem, que se verificou ser pouco aproveitado, e de atividades que não acrescentam valor à produção. Também se verificou:

- Existir material fora das zonas dedicadas ao seu armazenamento que causa constrangimento nas deslocações do comboio logístico e também de empilhadores e operadores;
- A inexistência de *standard work* nos postos de trabalho entre turnos;
- A falta de rastreabilidade das quantidades de WIP entre as secções do topejamento e da lavação (AGLO), o que implica a estimativas erradas por parte dos operadores, por um lado, e a posteriores acertos de quantidades morosos, por outro, que seriam desnecessários;
- Equipamentos de armazenagem não serem adequados a duas secções produtivas consecutivas que criam a necessidade de se recorrer a atividades de valor não acrescentado desnecessárias, por exemplo a transferência de rolhas de um tipo cesto para outro tipo;
- Que grande parte das tarefas logísticas que requerem movimentação/transporte de material estão dependentes do empilhador;
- Uma taxa de ocupação do comboio reduzida, cerca de 18%, o que possibilita a realização de mais rotas, abastecendo outras secções produtivas das fábricas.

4 Propostas de melhoria e expansão do ciclo

Mizusumashi

Conhecido o estado atual do sistema de produção de rolhas e identificadas algumas oportunidades de melhoria, passa-se assim para a fase propostas de melhoria de desempenho. O presente capítulo aborda então a caracterização dos circuitos logísticos internos da Equipar com principal ênfase naqueles que poderão causar constrangimentos às linhas de produção. É identificado o problema de tempo excessivo de paragem das máquinas da secção do topejamento e são propostas alterações aos recursos de armazenamento e métodos de trabalho para melhorar o sistema logístico o trabalho dos operadores. É proposta a expansão do ciclo *Mizusumashi* e o respetivo plano de ações para a sua implementação.

Para o acompanhamento do projeto por todas as partes envolvidas seguiu-se o cronograma construído na Secção 1.3 da dissertação.

4.1 Caracterização dos circuitos logísticos internos

Numa primeira fase, procedeu-se à caracterização dos circuitos logísticos internos da UI Equipar. O foco foi apenas na comunicação entre as fábricas AGLO, TT, EQD e entre as três fábricas e o armazém de expedição. A caracterização baseou-se na observação direta ao nível do *gemba* de todos os transportes realizados com o empilhador e o comboio logístico.

A observação foi feita em 3 partes. A primeira passou pela permanência durante 2 dias no chão de fábrica das fábricas TT e EQD de modo a registar, na forma de diagrama de esparguete, representado na Figura 4.1, todos os transportes realizados entre as duas fábricas e o armazém de expedição. O abastecimento das máquinas da marcação da EQD é da responsabilidade do operador logístico da EQD, bem como a devolução dos cestos vazios à fábrica TT. O operador tenta, quando possível, conciliar a devolução do cesto vazio com o abastecimento de um cesto cheio, mas é muito comum tal não acontecer, o que leva à realização de viagens em vazio. Em relação aos transportes efetuados para o armazém de expedição, a responsabilidade é partilhada pelo operador logístico da EQD, que transporta para o local próprio no armazém ou para um local próximo, e pelos operadores do armazém que recolhem o produto acabado diretamente da secção de embalagem ou arrumam a encomenda previamente transportada.

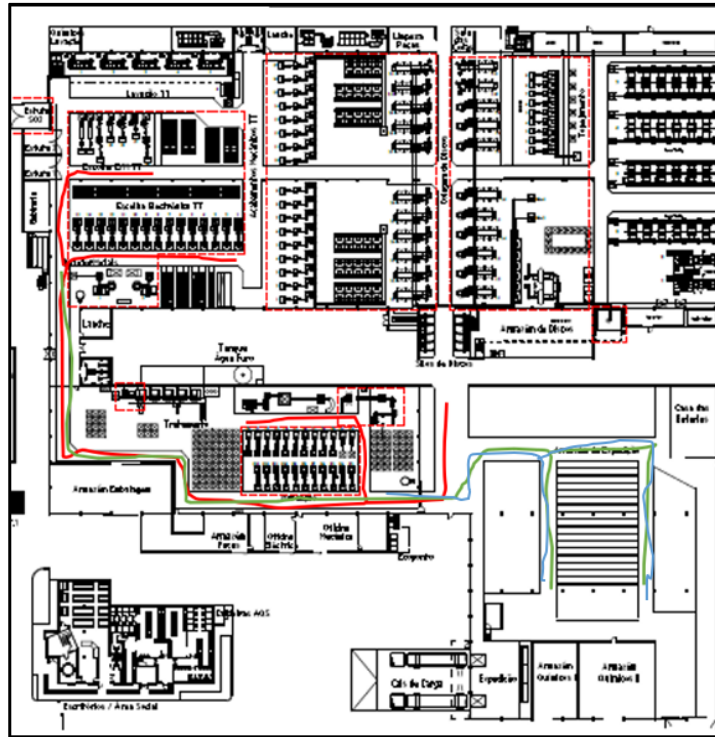


Figura 4.1 - Diagrama de esparguete das rotas frequentemente realizadas com empilhador entre as fábricas TT e EQD

Linha vermelha – transporte de cestos metálicos grandes cheios da secção de escolha eletrónica (TT) para a secção de marcação (EQD)

Linha verde – transporte de paletes com produto acabado da secção de embalagem (TT) para o armazém de expedição

Linha azul – transporte de paletes com produto acabado da secção de embalagem (EQD) para o armazém de expedição

À semelhança da primeira parte de observação, a segunda passou pela permanência durante 2 dias nas fábricas AGLO e TT. Todos os transportes realizados entre as duas fábricas e o armazém de expedição encontram-se no diagrama de esparguete na Figura 4.2. Verificou-se que a única comunicação entre as duas fábricas é sempre realizada pelo operador responsável pela secção de lavação da AGLO quando se verifica a necessidade de abastecimento na sua secção.

Por último, na terceira parte foram analisados os transportes efetuados entre as fábricas AGLO e EQD após a sua observação no chão de fábrica e registados no diagrama de esparguete da Figura 4.3. Todos os transportes com destino à EQD são realizados pelo seu operador logístico com recurso ao empilhador e ao comboio logístico.

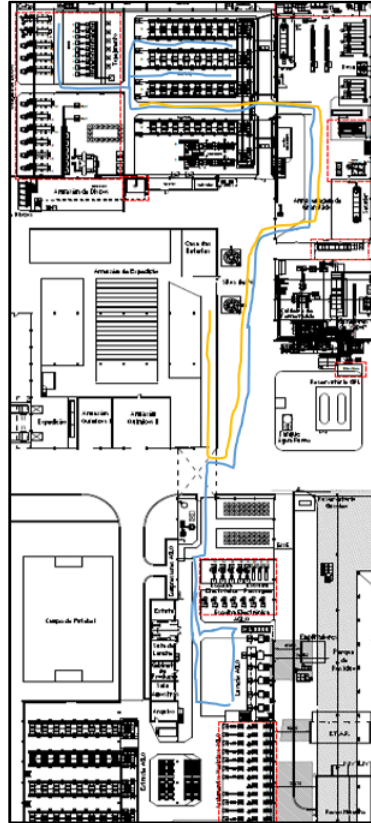


Figura 4.2 - Diagrama de esparguete das rotas frequentemente realizadas com empilhador entre as fábricas TT e AGLO

Linha azul – transporte de cestos metálicos médios da secção de topejamento (TT) para a secção de lavação (AGLO)

Linha amarela – transporte de *bigbags* da secção de extrusão (TT) para o armazém de expedição

Realizou-se um estudo mais detalhado dos circuitos logísticos onde se procurou focar naqueles em que as propostas de melhoria teriam um maior impacto. Como tal, surgiu a necessidade de calcular a frequência com que cada circuito é realizado.

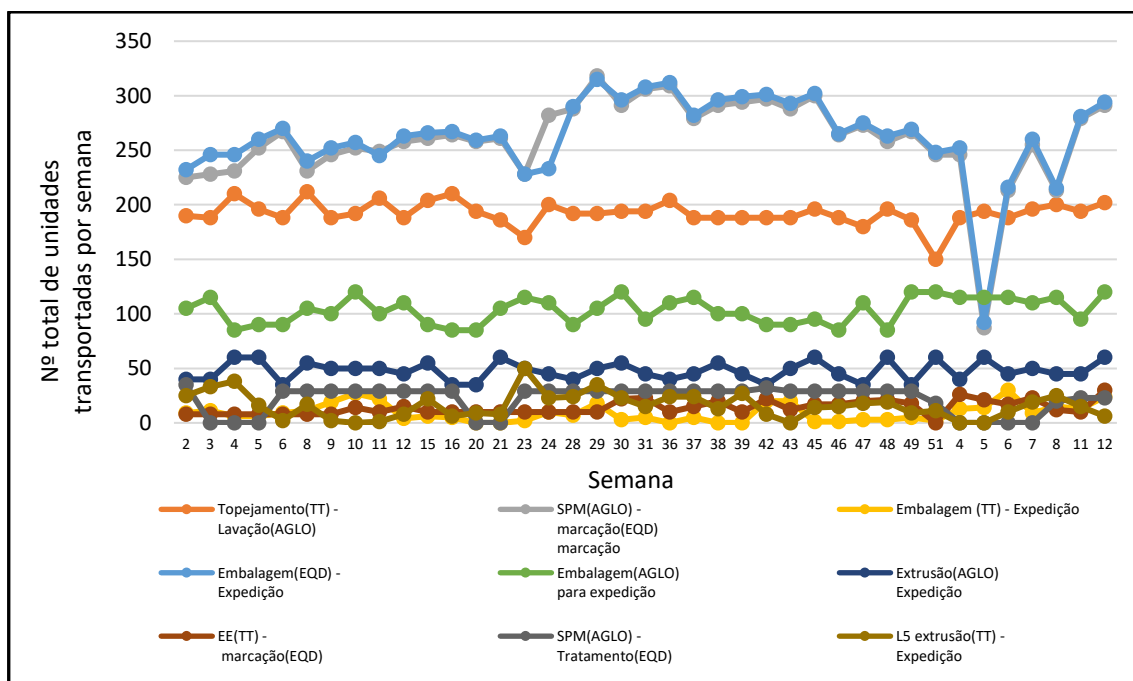


Figura 4.4 - Número de unidades transportadas em cada circuito

A informação descrita anteriormente foi organizada na Tabela 4.1 para facilitar a visualização e análise dos dados.

Tabela 4.1 - Tabela resumo com o número médio de unidades transportadas por semana em cada um dos circuitos analisados

Local	Área produtiva e Expedição								
Origem	Topejamento (TT)	SPM (AGLO)	SPM (TT)*	Embalagem (EQD)	Embalagem (TT)	Embalagem (AGLO)	Extrusão (AGLO)	Linha 5 extrusão (TT)	SPM (AGLO)
Destino	Lavagem (AGLO)	Marcação (EQD)	Marcação (EQD)	Expedição	Expedição	Expedição	Expedição	Expedição	Tratamento (EQD)
Media(semmana)	192	260	9	263	103	48	14	22	16
Desvio-padrão	11	39	8	38	12	9	6	12	12
Unidade transportada	Cesto médio	Cesto grande	Cesto grande	Palete de caixas	Palete de sacas de rafia	Palete de sacas de rafia	Big Bag	Big Bag	Cesto grande

Após a caracterização dos circuitos logísticos, transformaram-se os valores médios semanais em valores diários para facilitar a análise. Voltaram-se a analisar os dados recorrendo a um diagrama de Pareto (Figura 4.5) que permitiu identificar os três circuitos onde há maior necessidade de transporte/movimentação. Com este gráfico concluiu-se que existe uma relação 76:33 onde 76% de todas as unidades transportadas encontram-se em apenas 33% de todos os circuitos analisados.

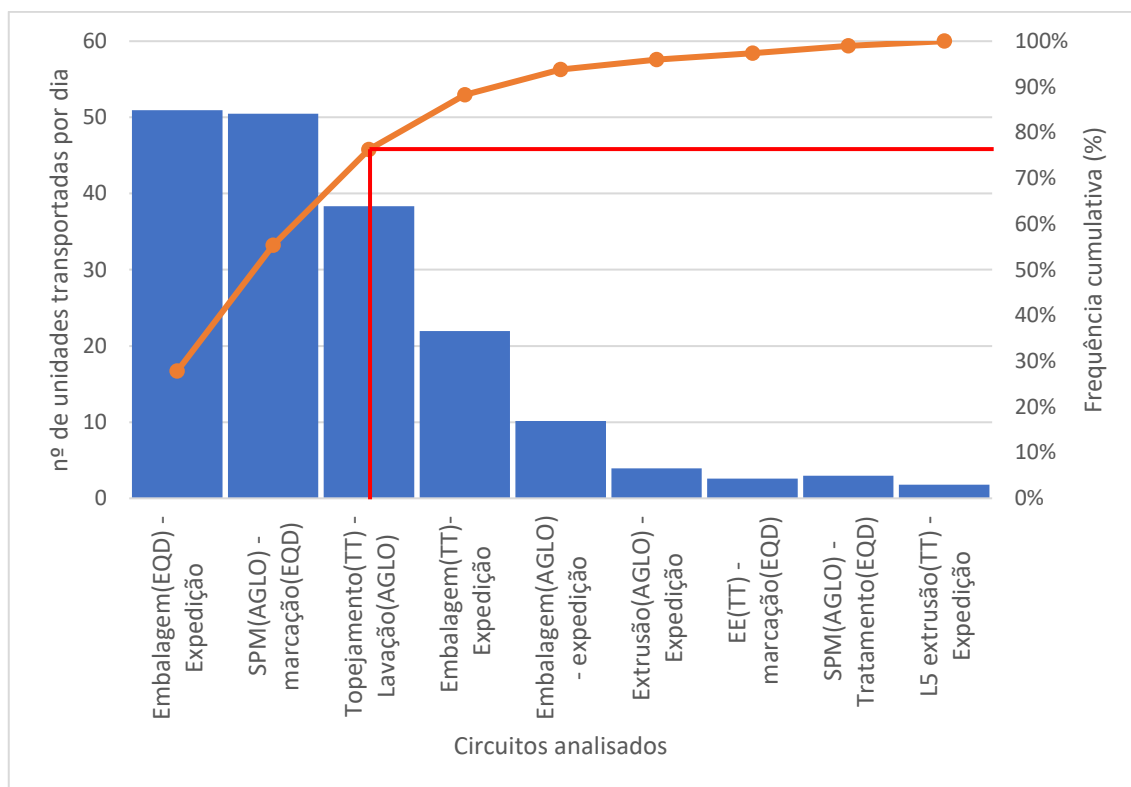


Figura 4.5 - Diagrama de Pareto do número médio de unidades necessárias transportadas dia

O foco do estudo foi direcionado para os transportes e atividades logísticas entre secções produtivas, pois o transporte de produto acabado para o armazém de expedição não foi considerado como um constrangimento para a produção. O SPM serve a fábrica EQD com cestos metálicos grandes cheios para as secções de marcação ou tratamento. Como este tem cobertura de *stock* para 1 dia de produção não foi considerado um constrangimento para a produção. Como tal, foram identificadas as secções Topejamento na fábrica TT, Lavação na fábrica AGLO e Marcação na fábrica EQD.

Foi nas secções seleccionadas onde se dedicaram os esforços para identificação de desperdícios, problemas e possíveis oportunidades de melhoria.

4.2 Desperdícios na cadeia de valor

A qualidade começa no cliente e considerou-se como cliente final a fábrica EQD que puxa cerca de 66% de toda a produção da AGLO e 10% da produção da TT. Verificou-se ainda que o *takt time* da EQD é de 41 minutos, segundo a sua procura diária e um regime de trabalho de 2 turnos.

Devido à variedade de produtos produzidos na fábrica EQD, foi necessária a realização de uma análise ABC para decidir qual ou quais seriam as famílias de produto a estudar. Na análise ABC (Figura 4.6) destacam-se as famílias Advantec (ADV) e champanhe de comprimentos 38/44 e 47, respetivamente. Como toda a produção das rolhas de champanhe aglomeradas é feita na AGLO e não existe qualquer movimento com recurso ao empilhador entre a secção de acabamentos mecânicos e a secção de lavação, apenas foi estudada a família ADV que percorre as 3 fábricas durante toda a sua produção.

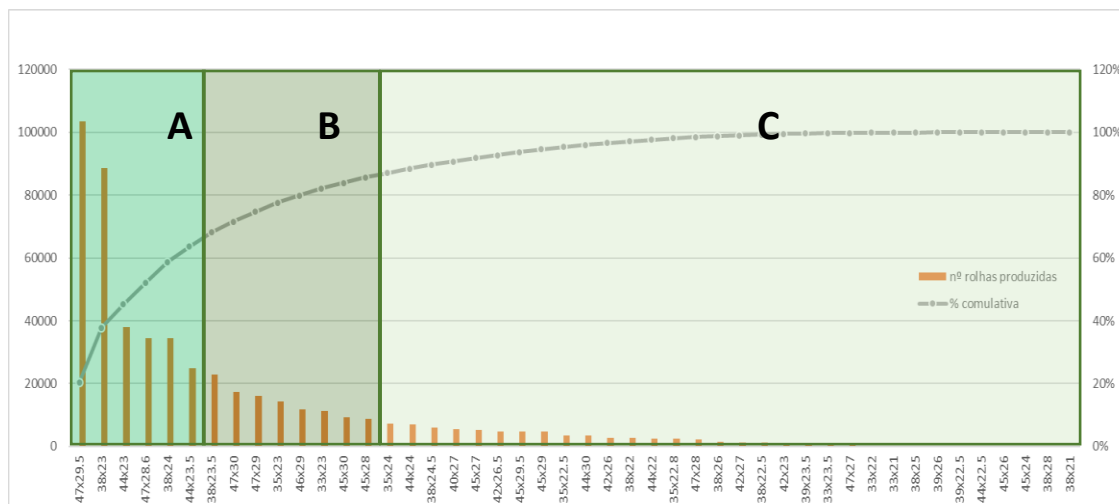


Figura 4.6 - Análise ABC dos calibres produzidos pela fábrica EQD

Numa primeira fase de análise da cadeia de valor dos produtos ADV identificou-se e definiu-se claramente um problema com impacto direto na produção, o tempo excessivo de paragem das máquinas na secção de topejamento.

Para identificar o problema definiram-se como pontos *Kaizen* as secções de topejamento e lavação onde se procurou apresentar propostas de melhoria que implicassem um baixo investimento ou mesmo a sua ausência. Com o acompanhamento diário no chão de fábrica em ambas as secções, já identificadas como críticas no ponto 4.1, foram observados os registos nos quadros de produção e também a operação em si. Como tal, após definido onde procurar o problema, tanto a secção como o produto, a identificação do mesmo passou pela análise da informação recolhida nos locais.

Na Figura 4.7 está representado o fluxo de produção dos produtos da família ADV até à secção de marcação na fábrica EQD e, também, o *Kaizen burst* no transporte entre os dois pontos *Kaizen*.

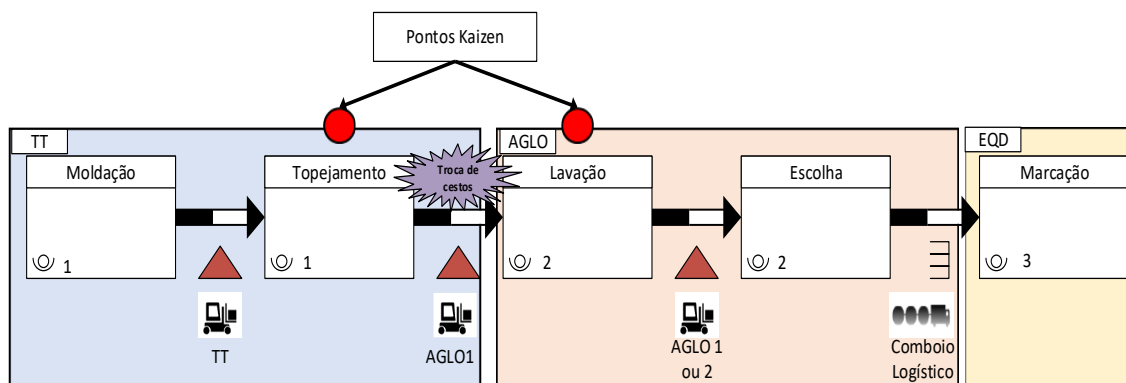


Figura 4.7 - Pontos Kaizen nas secções de topejamento e lavação

Com recurso aos quadros de produção e ao *gemba walk* diário, verificou-se que o tempo excessivo de paragem das máquinas na secção do topejamento seria uma das principais justificações dadas pelos operadores quando se verifica que a quantidade produzida é inferior ao planeado. Na Figura 4.8 observam-se os problemas encontrados e ocorrências que impactam a produção de forma negativa. Praticamente todas as justificações encontradas no quadro de produção implicam a paragem das máquinas. Estas paragens assinaladas nos quadros de produção referem-se principalmente a paragens por avaria ou tempo excessivo em afinação quando é necessária a intervenção de um membro da equipa de manutenção.

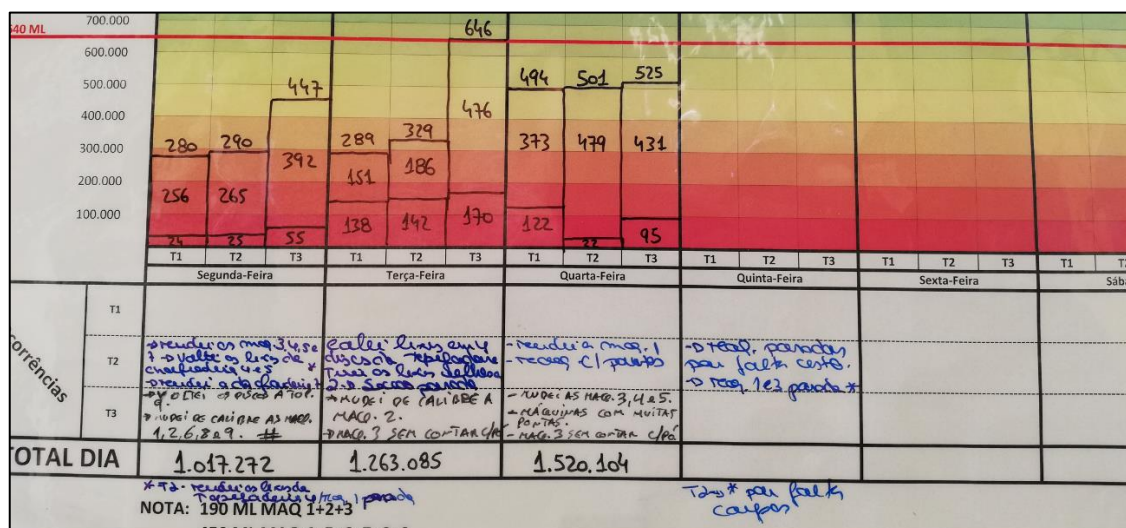


Figura 4.8 - Quadro de produção da secção de topejamento

Definido o problema, tempo excessivo de paragem das máquinas, construiu-se um diagrama de Ishikawa com os grupos: método de trabalho, pessoas, equipamento e recursos de armazenamento (Figura 4.9). Não foi incluído o grupo ambiente como uma potencial causa do problema porque o processo é interior e não se altera com as condições atmosféricas. Dentro de

cada grupo foram discriminadas as possíveis causas que forçam a paragem temporária das máquinas por um tempo inadequado. Procedeu-se depois à seleção das causas relacionadas principalmente com métodos de trabalho e equipamentos de armazenamento por serem aquelas com maior possibilidade de serem analisadas com maior detalhe e serem onde se procura melhorar com as propostas de melhoria do projeto. Esta seleção das possíveis causas que originam o problema teve a participação de uma equipa constituída também pelo diretor industrial, pelo responsável de produção e por um operador.

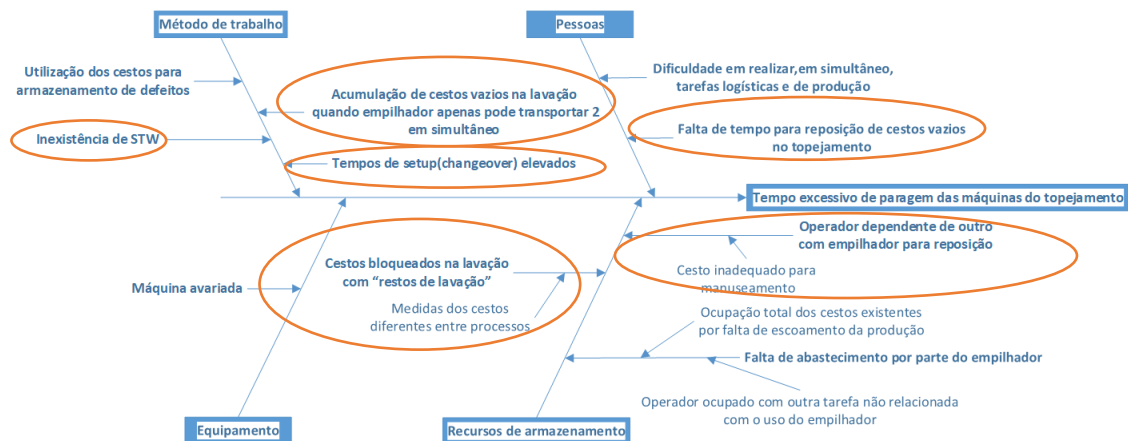


Figura 4.9 - Diagrama de Ishikawa do problema "paragem das máquinas do topejamento" e das causas seleccionadas a laranja

Verificou-se que o que implicava no tempo de paragem excessivo das máquinas do topejamento era principalmente i) a falta de *standard work*, o operador não possuía um método de trabalho consistente, e ii) a ausência de empilhador quando era necessário o abastecimento da máquina ou a reposição de cestos vazios à frente da linha.

O primeiro problema, falta de método de trabalho do operador, deriva do tipo de cestos que são utilizados, cestos metálicos médios, pois estes não são adequados para serem manuseados pelo operador manualmente, tornando o operador dependente dum empilhador que é partilhado com as secções de extrusão e moldação.

Verificou-se também que era recorrente a utilização/ocupação de cestos para o armazenamento de "restos de lavação". Os "restos de lavação" são pequenas quantidades de rolhas que não podem ser lavadas por ter sido atingida a capacidade da máquina da lavação (Figura 4.10). Estas máquinas possuem um limite mínimo e um limite máximo de rolhas que podem lavar numa tamborada, devido ao rácio de químicos utilizado e ao volume do tambor. Os "restos de lavação" acontecem devido às medidas dos cestos entre as secções de topejamento e lavação serem diferentes, na secção de topejamento são usados cestos metálicos médios e na secção de lavação os cestos metálicos pequenos. Os cestos com os "restos de lavação" para além

de estarem ocupados, também estão bloqueados até que outro cesto venha com uma quantidade inferior à medida utilizada, do mesmo calibre, e o cesto bloqueado sirva para completar a lavação.

Com as possíveis causas identificadas e tomada a decisão de onde direcionar o esforço para a resolução do problema, iniciou-se o processo de resolução do mesmo. Este processo teve início na organização e orientação do estudo com um enquadramento e definição de objetivos.



Figura 4.10 - Cesto metálico médio com "restos de lavação"

Utilizou-se o modelo de apresentação existente na Equipar para o enquadramento, definição de objetivos, e estudo do trabalho nas secções identificadas, topejamento e lavação (Anexo D). Foram definidos dois objetivos, nomeadamente:

1. Reduzir o número de transferências de rolhas em excesso para um cesto extra (secção da lavação);
2. Reduzir o tempo de reposição de cestos vazios à frente da linha (secção do topejamento).

Para a medição do desempenho da atividade foram propostos dois indicadores:

1. Taxa de ocupação excessiva do cesto metálico médio, Equação (1).

$$\text{Taxa de ocupação excessiva (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de cestos acima do nível da meia lavação (por dia)}}{\text{n}^\circ \text{ total de cestos entregues na lavação AGLO (por dia)}} \times 100 \quad (1)$$

Apesar de ter sido possível fazer a contagem do número de cestos entregues, sentiu-se alguma dificuldade em relação à contagem do número de cestos acima do nível da meia lavação definido devido à ausência de marcação do nível nos cestos.

2. Tempo médio de paragem da máquina por cesto cheio. Diz-se, tempo de reposição de um novo cesto vazio para dar início à produção para um novo cesto, Equação (2).

$$\text{Tempo médio de paragem da máquina} = \frac{\sum \text{tempo de paragem após o cesto atingir o limite (min)}}{\text{n}^\circ \text{ total de cestos cheios por dia}} \quad (2)$$

À semelhança da situação anterior, devido à ausência de marcação do nível da meia lavação nos cestos, o erro associado à cronometragem efetuada foi elevado.

Definidos os dois objetivos, foi realizado o estudo do trabalho dos operadores na secção do topejamento quando um cesto é considerado cheio. Como é o operador da lavação na fábrica AGLO que entrega os cestos vazios à secção topejamento na fábrica TT depois de terem sido utilizados para o abastecimento na secção de lavação da fábrica AGLO foi ainda estudado o trabalho deste operador quando verifica a necessidade de abastecimento numa máquina de lavar. Assim, são analisadas seguidamente as tarefas realizadas pelo operador quando um cesto está cheio e quando tem necessidade de abastecer uma máquina.

Ambas as tarefas foram separadas em elementos, onde cada um corresponde a uma operação específica. Para o estudo do trabalho do operador relativamente à primeira tarefa foi identificado cada elemento, cronometrado e calculado o tempo médio de realização de cada um quando o cesto se considera cheio. De seguida, estabeleceram-se pontos de cronometragem entre cada elemento. Definiram-se 30 observações para a medição dos elementos da tarefa. Destacaram-se também elementos considerados como mudas de esperas e valor não acrescentado (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Medição dos elementos na tarefa 1 que é desempenhada pelo operador do topejamento quando o cesto está cheio

Nome do elemento da tarefa 1	Nº do elemento	Ponto de cronometragem	Tempo médio (s)	Desvio padrão	Muda
Verificar cesto cheio	1	Operador começa a deslocar-se ao cesto cheio	55	11	
Parar máquina	2	Operador carrega no botão para parar a máquina	35	10	
Aguardar a presença do empilhador para retirar o cesto da linha	3	Empilhador toca com as pás no cesto	405	134	x
Aguardar que o empilhador transfira as rolhas para um cesto mais pequeno	4	Pás do empilhador deixam o contacto com o segundo cesto	165	26	x
Retirar etiqueta do MES com uma quantidade aproximada para cada cesto pequeno	5	Operador cola etiqueta no segundo cesto	97	18	x
Aguardar que o empilhador deixe os cestos cheios em stock e reponha o vazio na linha	6	Pás do empilhador deixam o contacto com o cesto à frente da linha	122	30	x
Arrancar novamente com a máquina	7	Operador seleciona a ordem de arranque da máquina	48	12	

O tempo médio total da primeira tarefa analisada é de 15.5 minutos dos quais 11.5 minutos são considerados mudas, o que mostra que aproximadamente 75% do tempo utilizado é considerado desperdício. Nota-se, ainda, um elevado desvio padrão do elemento número 3 que se deve ao facto do empilhador ser utilizado simultaneamente pelas secções de extrusão, moldação e topejamento, pelo que, por vezes, a sua gestão leva a tempos de espera que atingem os 9 minutos.

Para o estudo da segunda tarefa realizada pelo operador da lavação quando verifica a necessidade de abastecimento numa máquina foi utilizada a mesma metodologia. Na Tabela 4.3 consta um resumo das medições realizadas.

Tabela 4.3 - Medição dos elementos durante a tarefa 2 que é desempenhada pelo operador da lavação quando verifica a necessidade de abastecimento de uma das máquinas

Nome do elemento da tarefa 2	Nº do elemento	Ponto de cronometragem	Tempo médio (s)	Desvio padrão	Muda
Verificar a necessidade de abastecimento	1	Operador inicia deslocação em direção ao cesto	59	6	
Deslocação à secção do topejamento	2	Operador arranca com o empilhador	128	13	
Procura dos cestos com as rolhas necessária	3	Operador passa o ponto especificado à chegada ao topejamento	332	40	x
Deslocação de volta à secção da lavação com os cestos	4	Operador passa o ponto especificado à partida do topejamento	170	6	
Transferência das rolhas para 2 cestos com medida adequada	5	Operador inicia a elevação do cesto	158	10	x
Guardar as rolhas em excesso num terceiro cesto (caso necessário)	6	Operador inicia deslocação para o stock	57	8	x
Abastecimento da máquina manualmente	7	Operador desce do empilhador	185	22	

O tempo médio total da sequência de operações analisadas é de 18.2 minutos, dos quais 9.12 minutos são mudas, que representam 50% do tempo total da tarefa. Neste caso, não se identificou uma dispersão tão acentuada nos tempos medidos, no entanto verificou-se que o operador ocupa cerca de 5 minutos apenas à procura dos cestos de que necessita. Isto acontece porque o operador não sabe onde se encontram os cestos ou tem de deslocar os cestos que estão a bloquear o caminho.

Ambas as tarefas são realizadas, em média, 7 vezes por turno, envolvendo um tempo total de realização de 109 e 127 minutos, perfazendo 24.7% e 28.9%, do tempo total do turno, respetivamente.

Conclui-se então que em ambas as secções, existem grandes porções de tempo e deslocação desperdiçadas pelos operadores em tarefas diretamente relacionadas com o abastecimento das

linhas. Grande parte desta ocupação de tempo em tarefas de valor não acrescentado deve-se à existência dos mudas identificados conjugados com a falta de normalização de operações repetitivas nestes postos.

Para aumentar produtividade das secções são apresentadas algumas propostas de melhoria com o objetivo dos operadores dedicarem mais tempo à atividade produtiva e reduzirem a necessidade de deslocações para solicitar ou realizar tarefas logísticas.

4.2.1 Propostas de melhoria

Após a análise das duas tarefas propôs-se a alteração da dimensão dos cestos de modo a adequá-los à sua utilização. Propôs-se também a elaboração de uma norma de *standard work* para diminuir o tempo de execução das tarefas.

A utilização de três tipos de cestos entre as secções de topejamento na fábrica TT e de lavação na fábrica AGLO, identificadas no *kaizen burst* na Figura 4.7, é também um problema que se pretende resolver com as alterações propostas do material de armazenagem. São três as propostas:

Proposta 1. Uniformização da medida de produção em ambos os processos

Na secção do topejamento, as rolhas passam a ser depositadas num cesto metálico médio em vez do cesto grande. Os cestos grandes ficam disponíveis para outras áreas de produção conforme a necessidade. Como a secção da lavação é a que possui restrições de mobilidade e de capacidades máxima e mínima para funcionamento, optou-se por adequar a quantidade de rolhas em cada cesto de acordo com o nível já utilizado nos cestos pequenos. Pretende-se que o operador consiga identificar de imediato que foi atingido o nível de produção estipulado. Para o efeito é necessário marcar 33cm abaixo do topo dos cestos metálicos médios. Esta marca deve ser feita com fita amarela para facilitar a gestão visual do operador (Figura 4.11).



Figura 4.11 - Cesto médio com a medida da meia lavação

O cesto tem um engate sem qualquer objetivo. Foi decidido retirar o engate do cesto, acrescenta peso e é um fator adicional de risco para os operadores, especialmente quando os cestos são empilhados.

A uniformização da medida de produção para um lote mais pequeno promove outras vantagens relacionadas com a qualidade e o tempo de ciclo de cada lote, nomeadamente:

- Fluxo contínuo entre as secções de produção, topejamento e lavação;
- Menos WIP entre as secções de produção, topejamento e lavação;
- Não conformidades num lote mais pequeno têm um menor impacto na produção, pois todo o lote é rejeitado e não apenas a parte não conforme;
- O tempo de produção de cada lote diminui;
- A mesma medida em ambas as secções, topejamento e lavação, elimina a necessidade de “troca de cesto”;
- Reduz, consideravelmente, a probabilidade de utilização de um cesto extra para armazenagem de um “resto de lavação”, - pelo que promove uma taxa de desperdício de 0%;
- Facilita a contagem correta do número de rolhas produzidas, o que promove um impacto positivo na rastreabilidade da produção;
- Reduz a necessidade de acertos de quantidades significativas.

Existem duas trocas de cestos, a primeira feita na secção de topejamento e a segunda na secção de lavação, sendo a segunda feita por duas razões: o acerto do número de rolhas para lavar e a falta de mobilidade dos cestos. A alteração na dimensão dos cestos resolve o primeiro problema, mas não o segundo pois as duas rodas fixas usadas nos cestos dificultam a capacidade de rodar o cesto e realizar curvas. A proposta seguinte procura dar resposta a este problema e a outro já identificado.

Proposta 2. Alteração das rodas utilizadas nos cestos médios da secção do Topejamento para rodas loucas

Esta proposta consiste em substituir as rodas dos cestos com apoios fixos por rodas loucas, rodas com capacidade para rodar 360° (Figura 4.12). Os cestos tornam-se possíveis de manusear em ambas as secções e permitem assim eliminar alguns mudas como a espera pela disponibilidade do empilhador ou do operador que o conduz. Em resumo, a substituição das rodas tem como objetivos:

- Promover a independência do empilhador, pois o operador pode retirar e repor o cesto da linha sem esperar por outro operador para o fazer com o empilhador, ou procurar um empilhador disponível;
- Reduzir o tempo de paragem da máquina quando as rolhas chegam ao limite do cesto – promove uma redução taxa de paragem da máquina por cesto acabado;

- Permitir a utilização do mesmo cesto em ambas as secções por poder ser utilizado na plataforma da Lavação;
- Eliminar o muda, associado à “troca de cesto” na lavação por este não ter a mobilidade adequada.



Figura 4.12 - Roda com apoio fixo (esquerda) e roda louca (direita)

Proposta 3. Criação de uma norma de *standard work* para o *changeover* na secção de topejamento

Foi criada ainda uma norma de *standard work* que visa normalizar o trabalho do operador da secção do topejamento na tarefa de reposição de cestos médios vazios na linha (Figura 4.13). O objetivo da introdução da norma é promover a repetição da tarefa na melhor sequência possível, sem interrupções, aumentar a produtividade e reduzir o desperdício.

A falta de normas que promovam a realização das tarefas dificulta a implementação de ferramentas e metodologias de melhoria contínua. Consequentemente, a introdução do *standard work* e o envolvimento dos operadores neste processo de melhoria contínua ajuda na identificação de novos problemas e de aspetos a melhorar.

A combinação das propostas impacta as duas tarefas analisadas, tarefa 1 que é desempenhada pelo operador do topejamento quando o cesto está cheio e tarefa 2 que é desempenhada pelo operador da lavação quando verifica a necessidade de abastecimento de uma das máquinas, eliminando ou reduzindo os muda identificados e reduzindo o tempo de execução de ambas. Como referido, a primeira tarefa é realizada em média 7 vezes por turno, mas, com as alterações propostas, esta poderia passar a ser realizada, em média, 10 vezes. A Tabela 4.4 apresenta o impacto previsto por turno em cada secção, topejamento na fábrica TT na tarefa 1 e lavação na fábrica AGLO na tarefa 2, em relação ao tempo reduzido.

Tabela 4.4 - Redução de tempo estimado por dia, nas tarefas 1 e 2, com ambas as alterações implementadas

	Redução do tempo estimado (min)	% por dia
Tarefa 1	90 a 170	7 a 13
Tarefa 2	59 a 76	4 a 5



 Unidade Industrial EQUIPAR Área Topejamento TT 		
Nº	Descrição da Operação	Tempo (min)
1	Verificar o nível das rolhas no Cesto	0:30
2	Rolhas atingem o nível - Parar a máquina	0:30
3	Efetuar o Registo no MES da quantidade produzida e colar etiqueta no cesto respetivo	2:00
4	Retirar o cesto cheio da linha	1:00
5	Repor cesto vazio à frente da máquina para receção das rolhas	0:30
6	Arranque da máquina no MÊS	1:30
7	Ligar a máquina	0:30

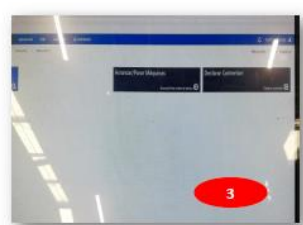


Figura 4.13 - *Standard work* para cumprimento do nível da lavação e reposição do cesto vazio

4.2.2 Alterações complementares à secção do topejamento

Como a produção na secção de topejamento é controlada de acordo com as necessidades e medida da lavação, é necessário fazer a adequação da informação do quadro de produção à nova realidade de produzir para cestos metálicos médios possíveis de movimentar manualmente. A Figura 4.14 mostra como é transposta a produção da secção de topejamento para a secção de

lavação e o novo rácio com as alterações feitas. Este rácio seria simplificado para 2:1, dois cestos médios equivalem a uma lavação.

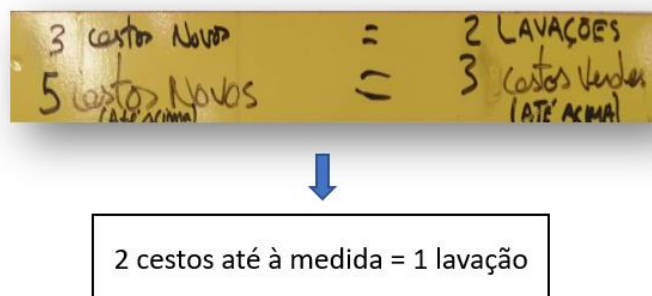


Figura 4.14 - Parte do quadro de produção na secção de topejamento

Devido à altura do cesto metálico médio ser menor que o cesto grande e existir um espaçamento considerável entre o topo do cesto e a saída da girafa, existe a possibilidade da queda de rolhas para o chão devido à dispersão com que elas caem e do ressalto no fundo. Propôs-se, assim, a colocação de mangas nas extremidades das girafas (Figura 4.15).



Figura 4.15 - Manga utilizada nas girafas para o encaminhamento das rolhas

4.3 Análise do comboio logístico existente

Pretende-se uma alternativa à utilização de empilhadores para os transportes realizados entre as fábricas e optou-se por avaliar a possibilidade de expansão do ciclo *Mizusumashi* a outras secções. Contudo, como o ciclo *Mizusumashi* pressupõe a dedicação de um único operador para esta tarefa foi necessário verificar se o atual condutor do comboio tem disponibilidade para o fazer e avaliar o cumprimento do atual ciclo.

Como mencionado na Secção 3.5, apenas as tarefas regulares devido à sua frequência foram consideradas para o estudo. A Tabela 4.5 apresenta o tempo disponível do operador após a

realização de todas as tarefas onde se verifica que este tem 83% do tempo ocupado, mas conforme a necessidade do momento, pode ser necessária a realização de outras tarefas consideradas não regulares. Como a execução da rota do comboio logístico na sua íntegra ocupa 18% do tempo do operador pode-se concluir que este ficaria sobrecarregado e que será difícil o operador responder a todas as necessidades logísticas.

Devido à sobrecarga do operador, este opta por não realizar todas as voltas estipuladas e só se desloca ao SPM quando existe a necessidade de abastecimento na secção de marcação. A falta de execução de todas as voltas do comboio negligencia a reposição de cestos grandes vazios na secção de lavagem da fábrica AGLO. A redução do número de voltas pode levar à acumulação de cestos vazios na secção da marcação, valor superior à capacidade dos 3 lugares no comboio. Isto implica que o operador da lavagem tem de se deslocar com o empilhador vazio à fábrica da EQD para ir buscar um cesto vazio de cada vez.

Tabela 4.5 - Tarefas realizadas regularmente pelo operador logístico da EQD

Tarefa	Descrição da tarefa	total (min)	Tempo disponível restante(min)
1	Abastecer máquinas da secção de marcação, consoante disponibilidade de rolhas no buffer da EQD	72.0	368
2	Garantir o plástico para embalar as rolhas de acordo com o plano + Registo MES	7.5	361
3	Garantir caixas para embalar as rolhas de acordo com o plano + Registo MES	7.5	353
4	Garantir paletes para colocar as caixas embaladas de acordo com o plano + Registo MES	7.5	346
5	Retirar da linha de embalagem as paletes já concluídas	51.0	295
6	Filmar e colar etiqueta na paleta	54.6	240
7	Arrumar paletes da EQD no Armazém de Expedição (considerar o abastecimento mais demorado nas <i>racks</i>)	100.2	140
8	Levar rolhas para a estufa S0 ₂	21.0	119
9	Ir buscar rolhas da estufa S0 ₂	21.0	98
10	Registar movimentações de silos da AGLO no MES	12.0	86
11	Despejar rolhas diretamente do silo para palotes para tratamento	9.0	77

Verificou-se ainda que o operador logístico realiza abastecimentos de cestos metálicos grandes cheios do SPM para EQD com recurso ao empilhador em vez de utilizar o comboio logístico e efetuar o ciclo *Mizusumashi*. Diariamente entre 15% e 20% dos abastecimentos de rolhas do SPM são feitos desta forma. Durante estas deslocações à fábrica AGLO, a fábrica EQD não tem empilhador para realizar outras tarefas logísticas que estejam dependentes dele o que potencia maiores tempos de espera no abastecimento de material subsidiário à produção, por exemplo nas secções de tratamento e embalagem por exemplo.

Foi realizada uma análise do trabalho do operador logístico da fábrica EQD, para redistribuir por outros operadores algumas das tarefas por ele realizadas. Para o efeito foram selecionados o operador polivalente da fábrica EQD e a equipa de logística externa que opera principalmente no armazém de expedição e no exterior. A escolha foi feita com base na natureza das tarefas a redistribuir onde se teve em conta a disponibilidade destes operadores para assumirem novas funções e o local onde estas ocorrem; por exemplo, a reposição de material subsidiário na secção de embalagem da EQD foi atribuída ao operador polivalente que desempenha funções de apoio à produção nesta secção. A Figura 4.16 apresenta a distribuição das tarefas pelas três entidades no segundo turno, operador logístico e operador polivalente da fábrica EQD e equipa da logística externa. A terceiro turno tem a particularidade da equipa da logística externa ter apenas um operador, logo a tarefa “arrumar paletes EQD no armazém de expedição e registar” permaneceu com o operador logístico, pois neste turno não é necessário fazer o arranque da secção de marcação.

Operador logístico EQD	Operador polivalente da EQD	Logística Externa
• Abastecimento de máquinas da marcação • Filmar e colar etiqueta na paleta • Abastecer tratamento com produtos químicos • Levar desperdício de papel/cartão para contentor na zona de desperdícios • Registar movimentações de silos da AGLO no MES/SAP (AGLO --> EQD) • Despejar rolha diretamente do silo para palotes para tratamento • Ir buscar paletes para refazer (mudança de encomenda/paletes danificadas) • Levar rolha para a estufa S02 (turno 2) • buscar rolha da estufa S02 (turno 2)	• Garantir o plástico para embalar de acordo com o plano + Registo MES • Garantir caixas para embalar de acordo com o plano + Registo MES • Garantir paletes para embalar de acordo com o plano + Registo MES • Retirar da linha de embalagem as paletes já concluídas • Levar rolha para a estufa S02 (turno 3) • Ir buscar rolha da estufa S02 (turno 3)	• Arrumar paletes EQD no Armazém de Expedição e registar movimentação no MES/SAP • Levar paletes partidas para viveiros • Entregar à produção paletes de rolhas compradas • Transporte de resíduos de plástico/cartão da EQD para o parque de resíduos

Figura 4.16 - Redistribuição das tarefas do operador logístico da EQD

O tempo de ocupação do operador logístico da EQD é reduzido em 40% no turno 2. O operador passa a ter livre 57% do seu tempo que pode dedicar à realização do ciclo *Mizusumashi*.

A nova alocação de tarefas foi testada apenas durante uma semana devido ao calendário da empresa onde, nessa semana não surgiram constrangimentos que não tenham sido resolvidos no momento. Contudo, considera-se um período experimental curto para se tirarem conclusões robustas, pelo que se propõe que no futuro se valide a possibilidade de avançar com a proposta.

4.4 Expansão do Ciclo *Mizusumashi* à fábrica Twin Top

Foi feita a proposta de expansão do comboio logístico à fábrica TT com o objetivo de fomentar o abastecimento regular e normalizado entre as fábricas e promover mais trocas de informação entre as diversas secções produtivas da UI Equipar. A expansão do ciclo *Mizusumashi* tem ainda como objetivo o de centralizar as operações de abastecimento e de recolha de produto num único operador logístico. Tal permite que os operadores das secções produtivas possam dedicar todo o seu tempo à produção na sua secção e reduzir a acumulação de WIP junto às secções produtivas devido à escassez de tempo para recolher os cestos cheios e repor vazios.

Já se tinha verificado que é entre as secções de topejamento e de lavação que é transportada a maior quantidade de unidades, neste caso, cestos metálicos médios, e é na comunicação entre as duas secções que se prevê obter maiores vantagens com a extensão do ciclo *Mizusumashi*. Propõe-se, assim, constituir uma quarta estação adicional junto à secção do topejamento (Figura 4.17). Na constituição da nova paragem próxima da secção de topejamento, assegurou-se o espaço necessário à permanência das 3 carruagens quando necessário. Garantiu-se também que há espaço suficiente para manobrar o empilhador para o carregamento das carruagens e para a manobrabilidade do comboio logístico.

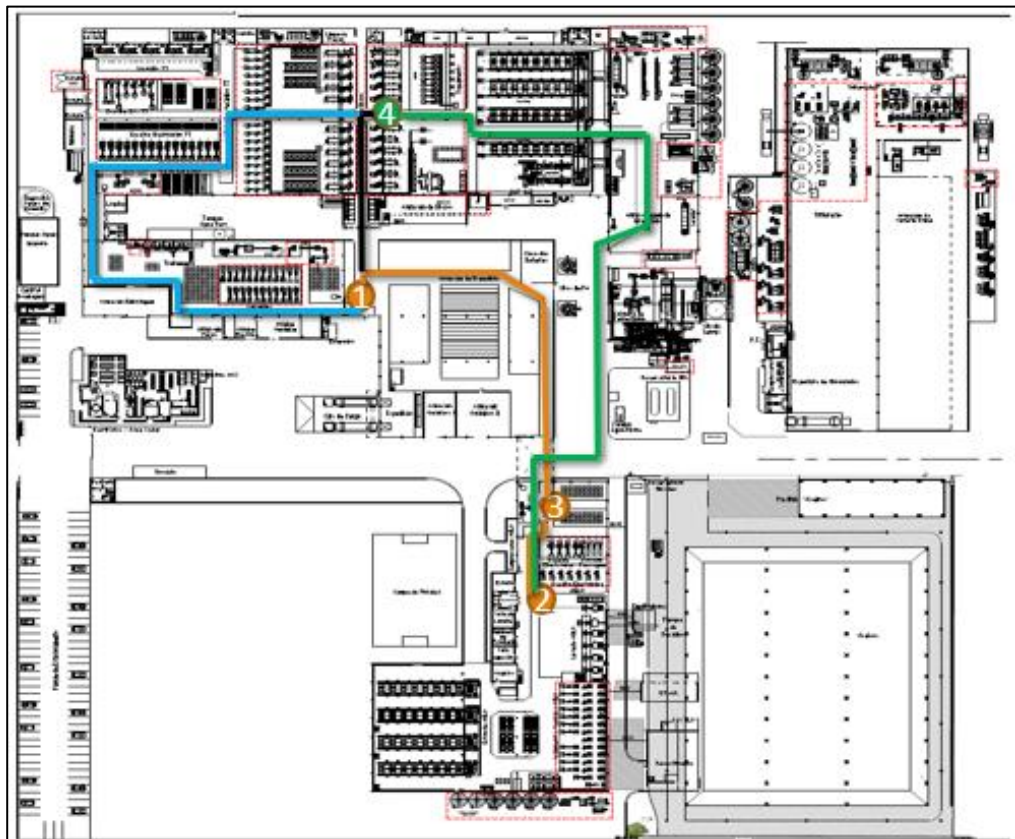


Figura 4.17 - Estação nº4 na secção do topejamento

A nova rota *standard* é representada a verde na Figura 4.18. Esta rota implica a deslocação do comboio pelo exterior das fábricas e como tal teve-se em consideração a diferença no terreno e as condições atmosféricas. Relativamente ao terreno, segundo os testes realizadas com as carruagens cheias e com as carruagens vazias, o comboio não apresenta qualquer dificuldade.

Relativamente às condições atmosféricas, as rolhas não podem ser molhadas, pelo que em dias de chuva o operador do comboio tem de utilizar uma rota alternativa, a rota azul que, em

média, demora mais 30 segundos do que a rota usual, verde, estando sujeita a maior densidade de trânsito.



Legenda:

Cor laranja – Rota atual do comboio que compreende a estação de marcação (1), a estação de lavagem (2) e a estação de SPM (3)

Cor verde – Nova rota *standard* do comboio entre as secções de topejamento (4) e lavagem (2)

Cor azul – Nova rota alternativa do comboio entre as secções de topejamento (4) e lavagem (2) para dias de chuva

Figura 4.18 - Rotas percorridas pelo comboio entre as secções de topejamento e lavagem.

Com a inclusão da fábrica TT no ciclo *Mizusumashi* através da nova rota teve de se ter em consideração para que tipo de cestos as carruagens estão adequadas. Como indicado na Secção 3.5, verificou-se que as três carruagens utilizadas atualmente não estão adequadas para o transporte de qualquer tipo de cesto que possua rodas, que é o caso dos cestos metálicos médios da secção de topejamento na fábrica TT. Note-se ainda que com a alteração do modo de abastecimento, terá de ser criada uma nova forma de comunicação entre as secções, pois o abastecimento deixa de ser feito pelo operador da lavagem responsável pela produção e passa a ser o operador logístico.

Optou-se pela introdução de um *loop* de *kanbans* de transporte apenas para a nova rota. Foi também reaproveitada uma estrutura metálica para o apoio dos novos *kanbans* de transporte e

indicação da necessidade de abastecimento das carruagens (Figura 4.17). Esta estrutura metálica encontra-se na nova estação, estação 4, bem visível pelo operador do empilhador da fábrica TT.

Foi estabelecido assim um plano de ação sequencial para acompanhar a progressão da implementação da proposta no teste da nova rota (Figura 4.19).

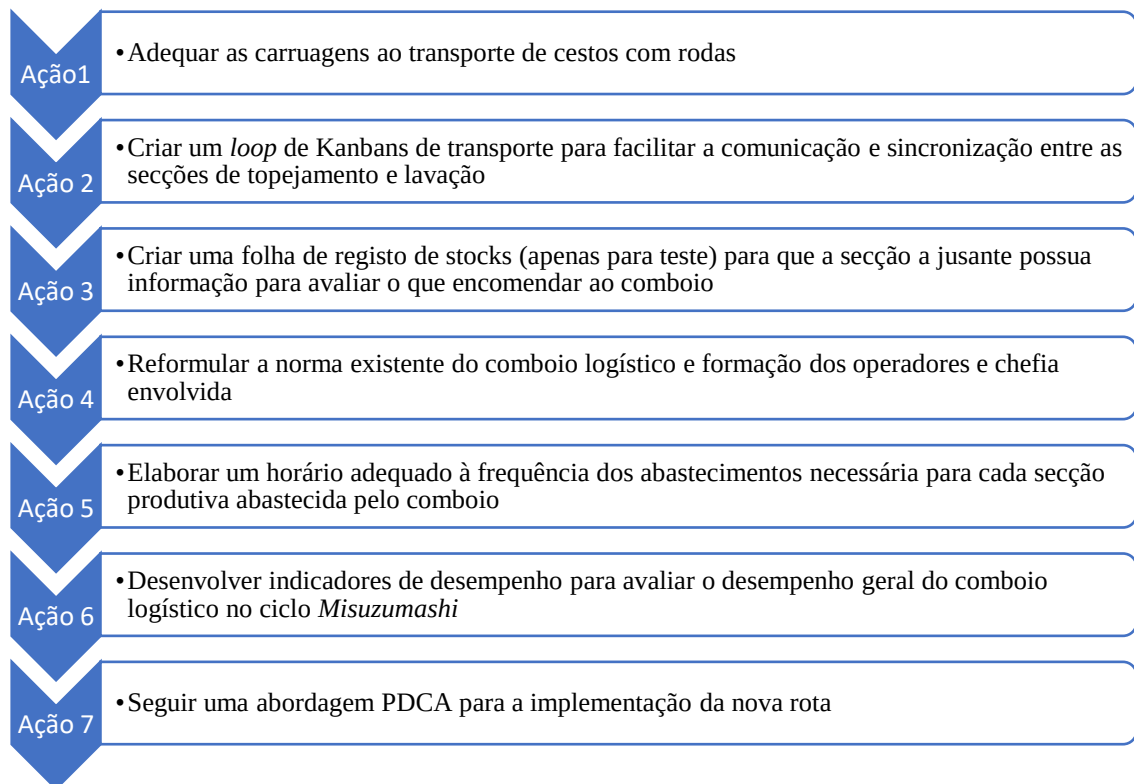


Figura 4.19 - Plano de ação para o teste da nova rota

O plano de ação é constituído por 7 ações, cada uma das quais é, em seguida, descrita.

4.4.1 Ação 1 - Adequação das carruagens para transporte de cestos com rodas

A UI Equipar possui três carruagens extraordinárias que estavam inutilizadas devido ao seu estado de elevada degradação e pela falta da sua necessidade. Como tal, estas foram aproveitadas e restauradas de modo a garantir a segurança no transporte de qualquer cesto que possua rodas, isto é, não permite grandes oscilações e possui batentes que não permitem a queda dos cestos. O modelo do novo design das carruagens foi criado com o auxílio da ferramenta SOLIDWORKS. Na Figura 4.20 são apresentadas as alterações que as carruagens sofreram de modo a permitir o transporte de cestos com rodas.

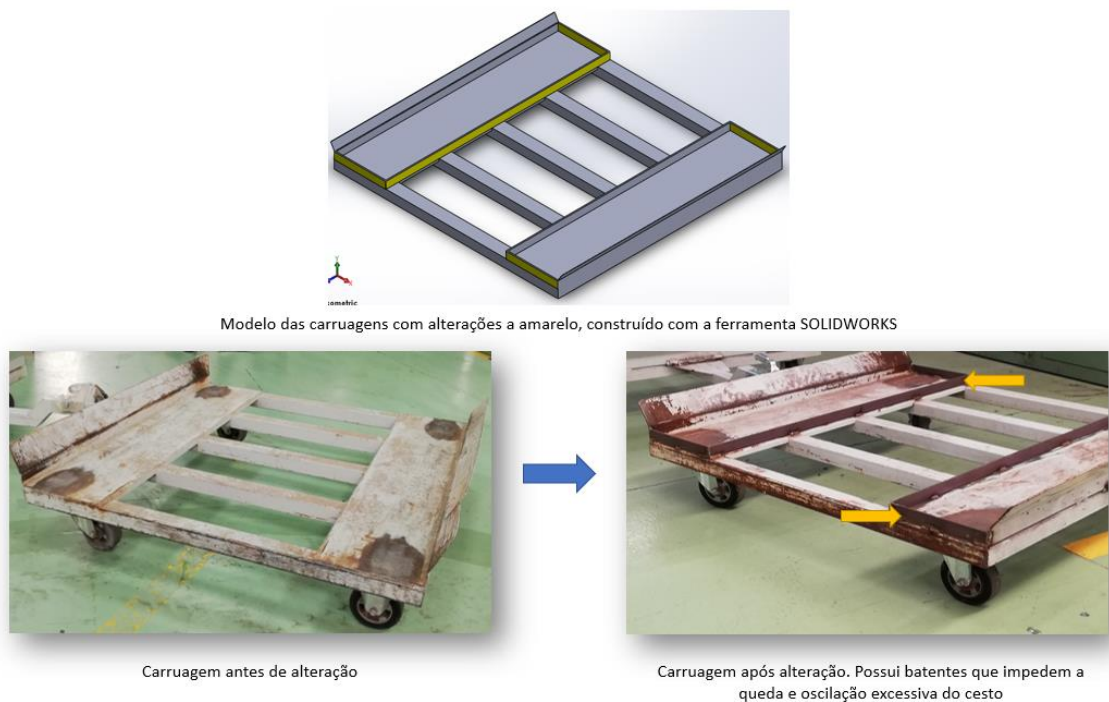


Figura 4.20 - Adequação das carruagens para cestos com rodas

4.4.2 Ação 2 - Criação de kanbans de transporte e introdução do loop entre as secções de lavação e topejamento

O comboio logístico para além de fazer o transporte de rolhas para a produção, tem também as funções de transporte de cestos vazios de volta para a secção de topejamento, a montante, e movimentação de informação. Neste caso, é necessário estabelecer a comunicação entre as duas secções a qual será realizada na forma de um *loop* de *kanbans* de transporte (Figura 4.21).

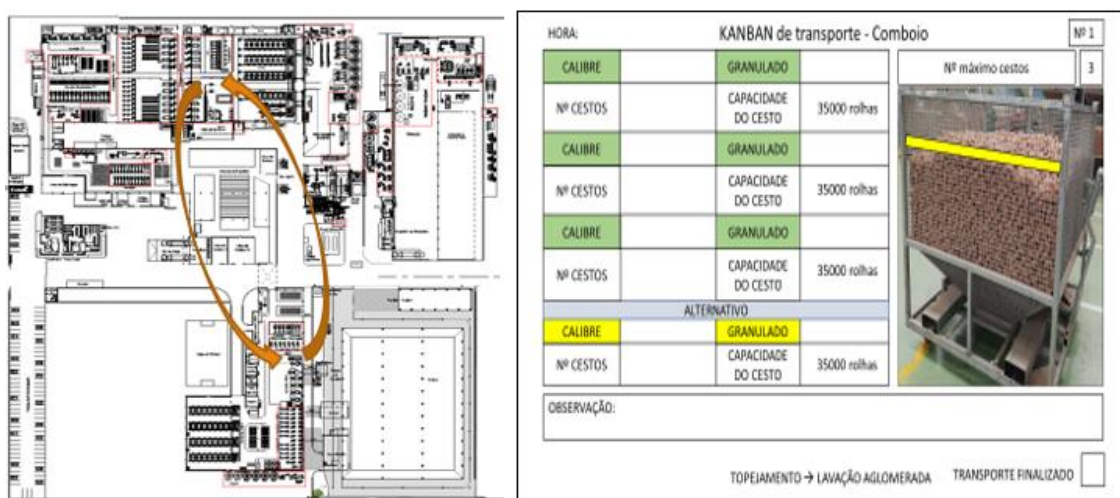


Figura 4.21 - Loop do kanban de transporte (esquerda) e kanban de transporte (direita)

O *loop* de *kanbans* de transporte consiste na sequência do conjunto das seguintes tarefas:

- Operador da lavação faz o pedido de *picking* no *kanban* e coloca-o na área que lhe está destinada na mesa da secção;
- O operador do comboio estaciona na estação 2 para abastecer a secção da lavação com cestos metálicos médios cheios. Enquanto o operador da lavação retira os cestos cheios da carruagem, este desloca-se à mesa da lavação e recolhe o *kanban*;
- O operador do comboio transporta os cestos metálicos médios vazios de volta para o topejamento e coloca o *kanban* no suporte designado (o operador logístico segue para a próxima volta). O suporte utilizado para colocar os *kanbans* encontra-se visível para o operador do empilhador da fábrica TT (Figura 4.17);
- O operador do empilhador da fábrica TT, responsável pelo carregamento das carruagens, recolhe o *kanban* e efetua o carregamento das carruagens de acordo com o pedido;
- O operador do empilhador TT coloca o *kanban* de volta no suporte designado;
- Na volta seguinte o operador logístico recolhe o *kanban* e transporta os cestos para a estação 2 na lavação;
- O operador logístico assinala o *kanban* como “transporte finalizado” e retira o próximo *kanban* de transporte da mesa da lavação.

O *kanban* de transporte possui a imagem do cesto modelo a transportar com a quantidade certa. O cesto modelo utilizado refere-se ao cesto assinalado com a medida de meia lavação proposto na Secção 4.2.1. O operador tem a opção de pedir até 3 cestos por transporte e pode ainda pedir um cesto alternativo. Criou-se esta opção para evitar que o comboio venha vazio mesmo no caso de notificação de um pedido que ainda esteja em produção no topejamento.

4.4.3 Ação 3 - Criação de folha de registo de *stock*

Para testar a nova rota propôs-se, em primeiro lugar, utilizar o sistema informático para ter informação do número de cestos que já se encontram disponíveis em *stock* e em produção na secção topejamento para o operador da lavação efetuar o pedido no *kanban* de transporte. Contudo, o sistema não permite esta visualização, pois apenas eram registadas quantidades de produção e não cestos. Assim optou-se por ter temporariamente uma folha de registo de *stock*. Esta folha foi colocada junto à estação 4 (Figura 4.22). A folha é preenchida pelo operador do empilhador TT sempre que coloca um cesto em *stock* e quando abastece as carruagens.

Stock Actual para Lavar AGLO													
Produto	Comprimento	Diâmetro	Nº de Cestos										Obs.
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ADV	38	23											
		23.5											
	40	24											
	42												
	44	22.5											
AGLO	35	22.5											
		23											
	38	23.5											
		24											
	40	24.5											
AGLO RCT	44	22											
		23											
	35	23.5											
		24											
	44	22											
AGLO RN	48	23											
		23.5											
	36.2	24											
	42.5	26											
	44	24											
Maquinas			1	2	3	4	5	6					
Em Produção			ADV	ADV	ADV	ADV	ADV	ADV					
			38 x 24.5	38 x 23	38 x 23	40 x 23	40 x 24	44 x 24					

Figura 4.22 - Folha de registo do stock na secção de topejamento

A folha possui todos os quatro produtos e respetivos calibres (comprimento e diâmetro) produzidos na secção do topejamento e ainda o que se encontra em produção (última linha da Figura 4.22). Existem outras duas folhas semelhantes que são preenchidas pelo operador logístico do comboio para manter as duas secções atualizadas. Nestas folhas, o operador logístico do comboio atualiza as quantidades de cestos em stock no topejamento e que produtos se encontram em produção. Uma das folhas encontra-se sempre no comboio logístico e a outra na secção de lavação da fábrica AGLO para auxiliar no pedido por parte do operador da lavação. Este operador da lavação apenas analisa a folha para o pedido, não faz qualquer tipo de registo, é o operador do comboio logístico que tem a responsabilidade de manter as 3 folhas atualizadas.

Propõe-se a adição no sistema informático de uma alternativa no modo de apresentação da produção, para uma organização cesto a cesto, que permita aos operadores saber exatamente quantos cestos existem nas secções diretamente relacionadas com a sua secção.

4.4.4 Ação 4 - Reformulação da norma do comboio logístico e formação dos operadores e chefia envolvida

Com a introdução da nova estação próxima da secção de topejamento foi necessário discriminar o método operativo do comboio logístico (Figura 4.23). Foram atribuídas as designações de “Rota EQD” e “Rota TT” às duas rotas. A rota EQD envolve a realização de 9 tarefas, enquanto a rota TT envolve 8 tarefas. Estas funcionam de forma independente uma da outra, isto é, existem horas específicas para a realização de cada rota que estão especificadas no horário do comboio. Todas as operações são desempenhadas pelo operador logístico da EQD nos turnos 2 e 3.

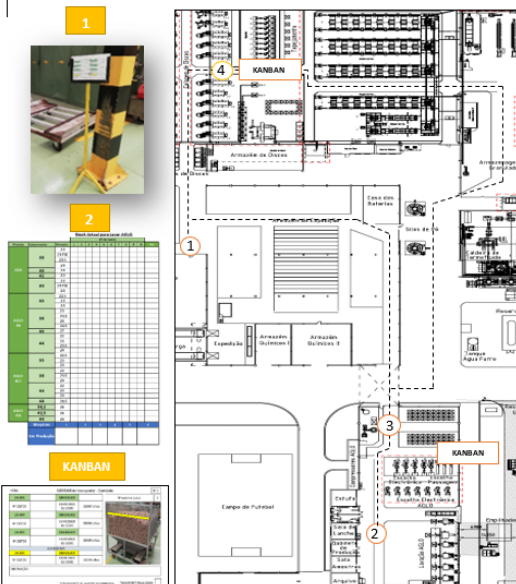
Antes do teste do comboio durante todo o turno foram feitos os registos e análise dos tempos de todas as operações inerentes aos novos fluxos de material e de informação. Confirmada a exequibilidade dos percursos dentro dos tempos previstos avançou-se para a fase de formação do operador logístico e do operador da lavação responsável pelo preenchimento dos *kanbans*.

A participação e envolvimento dos chefes de turno na atividade de formação das equipas foi fundamental para o desenvolvimento da fase de teste do projeto.

Rota	Nº	Operações internas
EQD	1	Definir pedidos para o próximo abastecimento da EQD
	2	Engate do comboio às carruagens
	3	Carregar as 3 carruagens com cestos vazios na estação 1
	4	Viajar até à estação 2
	5	Descarregar os 3 cestos vazios na estação 2
	6	Viajar até à estação 3
	7	Carregar as carruagens com 3 cestos cheios para satisfazer os pedidos da EQD
	8	Viajar até à estação 1
	9	Desengatar o comboio das carruagens na estação 1
TT	1	Viajar até à estação 4
	2	Atualizar o stock na folha de registo e recolher o KANBAN usado pelo operador do empilhador (<u>pilar próximo da estação</u>)
	3	Engatar o comboio às carruagens
	4	Viajar até à estação 2
	5	Atualizar o stock na folha de registo da Laveção, deixar o KANBAN utilizado na mesa da lavação e retirar o próximo KANBAN
	6	Aguardar o carregamento de 3 cestos médios vazios na estação 2
	7	Viajar até à estação 4
	8	Colocar o KANBAN de transporte no local indicado (<u>pilar próximo da estação</u>) para o próximo abastecimento

Figura 4.23 - Método operativo do comboio logístico

Após a discriminação do método operativo do comboio logístico e da avaliação do tempo despendido com as operações adicionais foi feita a reformulação da norma do comboio logístico (Figura 4.24). Tal como no método operativo, a norma discrimina as duas rotas e realça o facto de que estas deverem ser realizadas de acordo com o horário especificado (Figura 4.25).

Norma TESTE – COMBÓIO LOGÍSTICO					AMORIM	
Unidade Industrial		EQUIPAR	Setor/Máquina		EQD - AGLO - TT	
Nº	Rota	Operações Internas	Duração da operação	t (min) Cumulativo		
0	EQD	Início da Rota EQD	0:00:00	0:00:00		
1		Definir pedidos para o próximo abastecimento da EQD	0:01:00	0:01:00		
2		Engate do comboio às carruagens	0:01:00	0:02:00		
3		Carregar as 3 carruagens com cestos vazios na estação 1	0:03:00	0:05:00		
4		Viajar até à estação 2	0:01:30	0:06:30		
5		Descarregar os 3 cestos vazios na estação 2	0:02:30	0:09:00		
6		Viajar até à estação 3	0:00:30	0:09:30		
7		Carregar as carruagens com 3 cestos cheios para satisfazer os pedidos da EQD	0:04:00	0:13:30		
8		Viajar até à estação 1	0:02:00	0:15:30		
9		Desengatar o comboio das carruagens na estação 1	0:01:00	0:16:30		
0	TT	Início da Rota TT	0:00:00	0:00:00		
1		Viajar até à estação 4	0:01:00	0:01:00		
2		Atualizar o stock na folha de registo e recolher o KANBAN usado pelo operador do empilhador (pilar próximo da estação) (1)	0:01:00	0:02:00		
3		Engate do comboio às carruagens	0:01:00	0:03:00		
4		Viajar até à estação 2	0:03:00	0:06:00		
5		Atualizar stock na folha de registo da Lavagem, deixar o KANBAN utilizado na mesa da lavagem e retirar o próximo KANBAN (2)	0:01:00	0:07:00		
6		Aguardar o carregamento de 3 cestos médios vazios na estação 2	0:03:00	0:10:00		
7		Viajar até à estação 4	0:03:00	0:13:00		
8		Colocar o KANBAN de transporte no local indicado (pilar próximo da estação) para o próximo abastecimento (1)	0:01:00	0:14:00		
9		Desengatar o comboio das carruagens na estação 4	0:01:00	0:15:00		
10		Viajar até à estação 1	0:01:00	0:15:00		

1. Seguir a norma de acordo com o horário. As rotas EQD e TT não são necessariamente realizadas sucessivamente.
2. Em caso de chuva, efetuar a rota TT passando pela EQD e Escolha Eletrónica do pavilhão TT até à paragem 4.

Figura 4.24 - Norma seguida durante o teste do comboio logístico

4.4.5 Ação 5 - Elaboração do horário adequado à frequência de abastecimento necessária para cada secção produtiva (marcação na fábrica EQD, topejamento na fábrica TT e lavagem na fábrica AGLO)

O comboio logístico teria de realizar as rotas de acordo com um horário pré-estabelecido. Este horário tem em consideração o desfazamento nas horas de almoço e pausas do operador logístico, do operador da lavagem e do operador responsável pelo empilhador TT (Figura 4.25). Este problema pôs-se devido ao facto da possibilidade de o comboio logístico poder realizar uma volta e não existir um operador presente na estação, caso se tivesse considerado os abastecimentos com a mesma cadência.

Na elaboração do horário teve-se ainda em conta o arranque da fábrica EQD no turno 2, o que levou a que os abastecimentos da secção da lavagem a fábrica AGLO durante os primeiros 90 minutos do turno tivessem de ser assegurados pelo operador da lavagem. O horário assegura ainda a resposta ao *takt time* de 41 minutos por cesto na secção da marcação.

Com este horário pretende-se controlar possíveis desvios no cumprimento das horas estabelecidas e tentar perceber o motivo deles ocorrerem. O horário permite, ainda, o preenchimento com o *input* necessário para a avaliação do desempenho do comboio segundo os indicadores de desempenho propostos na ação seguinte, Ação 6.

Para melhor orientação do operador responsável da secção da lavação o horário foi adaptado e afixado na secção para melhor gestão visual (Anexo G). Foram também afixadas e implementadas as seguintes regras de funcionamento na secção:

- O preenchimento do *kanban* com o pedido deve ser sempre efetuado antes do comboio chegar à estação para evitar atrasos ou pedidos feitos sem planeamento;
- O operador não se pode deslocar à secção do topejamento para ir buscar rolhas (apenas poderá fazer mediante ordem superior);
- O operador deve evitar utilizar cestos metálicos médios do topejamento para depositar rolha lavada;
- É da responsabilidade do operador (da secção de lavação) descarregar o comboio de imediato quando este para na estação.

Registo circuito Mizusumashi

Data: __ / __ / __

Turno 2 (8:00-16:00)						Turno 3 (16:00-00:00)							
Volta	Rota	Hora prevista		Hora de passagem		Observações	Volta	Rota	Hora prevista		Hora de passagem		Observações
		Início	Fim	Início	Fim				Início	Fim	Início	Fim	
1	EQD	8:10	8:25	__	__		16	TT	16:10	16:26	__	__	
2	EQD	8:35	8:50	__	__		17	EQD	16:40	16:55	__	__	
3	EQD	9:00	9:15	__	__		18	TT	17:10	17:26	__	__	
4	EQD+TT	9:25	9:56	__	__		19	EQD	17:40	17:55	__	__	
5	TT	10:15	10:31	__	__		20	EQD	18:10	18:25	__	__	
6	EQD	10:45	11:00	__	__		21	TT	18:40	18:56	__	__	
7	EQD	11:15	11:30	__	__		22	EQD	19:10	19:25	__	__	
8	TT	11:45	12:01	__	__		23	EQD	20:10	20:25	__	__	
9	EQD	12:45	13:00	__	__		24	EQD	20:40	20:55	__	__	
10	TT	13:15	13:31	__	__		25	TT	21:10	21:26	__	__	
11	EQD	13:45	14:00	__	__		26	EQD	21:40	21:55	__	__	
12	TT	14:15	14:31	__	__		27	EQD	22:10	22:25	__	__	
13	EQD	14:45	15:00	__	__		28	TT	22:40	22:56	__	__	
14	TT	15:15	15:31	__	__		29	EQD	23:10	23:25	__	__	
15	EQD	15:45	16:00	__	__		30	TT	23:40	23:56	__	__	

Possíveis Observações:

1

Não efetuou a volta por falta de preenchimento do Kanban

2

Abasteceu apenas 1 cesto

3

Abasteceu apenas 2 cestos

4

Abasteceu cesto alternativo (escrever 1, 2 ou 3)

5

Abasteceu cesto acima do limite (escrever nº de cestos acima, 1,2 ou 3)

6

Abasteceu cesto errado

Figura 4.25 - Horário do comboio logístico durante o teste

4.4.6 Ação 6 - Desenvolvimento de indicadores de desempenho para avaliar o desempenho geral do comboio logístico no ciclo Misuzumashi

Para o controlo e monitorização do desempenho do comboio logístico no cumprimento das rotas foram propostos indicadores de desempenho considerados relevantes. Pretende-se detetar desvios na operação do comboio logístico durante fase de teste e corrigi-los para promover a avaliação contínua de oportunidades de melhoria no projeto.

Os indicadores de desempenho propostos procuram ajudar no controlo de variáveis de produtividade e operacionais inseridas nas áreas de entrega, qualidade e segurança.

a) Entrega

Em relação à entrega foram desenvolvidos três indicadores de desempenho. Estes são importantes porque qualquer atraso ou falha no abastecimento que ocorra numa das voltas terá um impacto negativo no cumprimento das voltas seguintes. Para este controlo foi utilizado o registo feito pelo operador logístico na folha com o horário definido.

A taxa de cumprimento do horário (%) é definida pela Equação 3.

$$\text{Taxa de cumprimento do horário (\%)} = \frac{\text{nº voltas iniciadas e terminadas dentro do período de tempo estabelecido}}{\text{nº total de voltas efetuadas}} \times 100 \quad (3)$$

Para além de se considerar necessária a monitorização do cumprimento do horário também se considerou essencial a monitorização do cumprimento das rotas. Teoricamente o operador logístico terá disponibilidade para cumprir ambas as tarefas logísticas referentes à fábrica EQD e ao circuito *Mizusumashi*. Contudo, numa primeira fase de teste é necessário perceber se, de facto, este consegue conciliá-las sem causar constrangimentos.

Assim pretende-se perceber se o operador não realizou alguma das voltas do comboio por dar prioridade ao abastecimento da fábrica EQD ou por outra razão a verificar.

A taxa de cumprimento das rotas (%) é definida pela Equação 4.

$$\text{Taxa de cumprimento das rotas (\%)} = \left(1 - \frac{\text{nº voltas não efetuadas}}{\text{nº total de voltas planeadas no horário}}\right) \times 100 \quad (4)$$

A taxa de cesto correto tem como objetivo controlar falhas existentes no abastecimento a nível do tipo de produto que é transportado. Seguindo o planeamento descrito no quadro de produção e o sistema de *kanbans* de transporte, o indicador de desempenho deveria ser sempre 100%.

A taxa de cesto correto (%) é definida pela Equação 5.

$$\text{Taxa de cesto correto (\%)} = \left(1 - \frac{\text{nº cestos não correto} + \text{cestos alternativos}}{\text{nº total de cestos entregues}}\right) \times 100 \quad (5)$$

Prevê-se que as carruagens possam não estar cheias na totalidade das voltas. Contudo, de acordo com número de voltas calculadas para cada rota o comboio não deverá realizar nenhuma

volta em vazio. Assim, pretende-se confirmar que o número de voltas atribuídas a cada rota é o mais adequado e que os intervalos entre as voltas não comprometem a produção nas secções.

A taxa de saturação (%) pode ser determinada pela Equação 6.

$$\text{Taxa de saturação (\%)} = \left(\frac{\sum \text{cestos entregues}}{3 \text{ carruagens} \times \text{n}^\circ \text{ de voltas efetuadas}} \right) \times 100 \quad (6)$$

b) Qualidade

Face ao objetivo de não permitir que cestos com rolhas acima do nível estipulado sejam transportados foi criado um indicador de desempenho. Adotada a gestão visual adequada na secção do topejamento, o indicador deveria ser sempre 0%, facilitando assim o retorno dos cestos médios vazios à secção do topejamento quando o comboio efetua a rota TT.

A taxa de ocupação excessiva (%) é determinada pela Equação 7.

$$\text{Taxa de ocupação excessiva (\%)} = \left(\frac{\text{n}^\circ \text{ de cestos acima do nível marcado no cesto (por dia)}}{\text{n}^\circ \text{ total de cestos entregues na lavação AGLO (por dia)}} \right) \times 100 \quad (7)$$

c) Segurança

Não se deve esquecer a componente de segurança no trabalho e sendo este um transporte de carga pesada com rodas sobre uma carruagem, mais controlada deve ser a atividade. Segundo os testes realizados tanto com cestos vazios como com cestos cheios sobre as novas carruagens, a estrutura é segura para a realização do transporte.

A taxa de queda (%) dos cestos das carruagens é determinada pela Equação 8.

$$\text{Taxa de queda (\%)} = \left(1 - \frac{\text{n}^\circ \text{ de cestos caídos}}{\text{n}^\circ \text{ total de cestos carregados}} \right) \times 100 \quad (8)$$

4.4.7 Ação 7 - Controlo do desempenho do comboio logístico com a introdução da nova rota

Durante a fase de teste foi adotada a metodologia inerente ao ciclo PDCA com o objetivo de controlar o desempenho do comboio logístico e de adaptação dos operadores envolvidos no novo sistema de abastecimento. Procurou-se a melhoria contínua do abastecimento através da recolha de *feedback* dos operadores e da observação do desempenho do comboio logístico diretamente no chão de fábrica.

A metodologia inerente ao ciclo PDCA pressupõe a repetição do ciclo o número de vezes necessárias para a melhoria contínua da atividade em estudo. Devido a limitações encontradas

durante a realização do projeto, apenas se realizou a primeira iteração do ciclo que teve como objetivo a introdução da nova rota e de todas as alterações necessárias para a sua implementação e teste.

A fase de planeamento do teste passou pelo envolvimento das chefias de ambas as fábricas TT e AGLO, incluindo os engenheiros responsáveis pela produção de cada uma e pela participação dos respetivos chefes de turno. A sua participação, especialmente dos chefes de turno, facilitou a formação dos operadores, das secções de topejamento, lavação e do operador logístico da EQD, relativamente às alterações no modo de abastecimento. A formação fez-se com recurso a pequenos testes de como deve correr a operação durante a fase de teste da nova rota, onde o operador executa as novas tarefas sob supervisão até se sentir confortável. Ainda durante a fase de planeamento do teste, foram criadas as ferramentas de gestão visual descritas nas ações 2, 3, 4 e 5. Elaborou-se, ainda, com a ferramenta SOLIDWORKS, o esboço das novas carruagens com as suas alterações. Desenvolveram-se, também, os indicadores de desempenho para a monitorização do teste na próxima fase.

Foi na fase de desenvolvimento que se iniciou o teste no *gemba* da nova rota. Após a conclusão das carruagens e validação das mesmas como aptas para funcionamento, observou-se o funcionamento do comboio logístico na nova rota durante os turnos 2 e 3.

A fase de controlo teve a duração de uma semana. Durante a semana de teste, foram cronometrados, novamente, os tempos de duração dos transportes e das tarefas que o operador logístico da EQD realizou para confirmação dos tempos medidos na preparação do teste. Nesta fase foi ainda analisado continuamente o *feedback* de todos os operadores diretamente envolvidos no teste para resolver problemas pontuais ou qualquer outro constrangimento a nível conceptual que pudesse surgir. Contudo, tirando problemas pontuais como esquecimento do preenchimento dum *kanban* de transporte ou das folhas de registo, não foram apresentados problemas a nível conceptual durante o teste.

A fase de ação seria a próxima fase no desenvolvimento do projeto, contudo não foram necessárias alterações imediatas ao horário existente e não foram feitas alterações significativas no funcionamento da nova rota, pois não se sentiu a necessidade.

A Figura 4.26 apresenta apenas a primeira iteração da metodologia onde se procurou definir o “primeiro” *standard* da operação.



Figura 4.26 - Ciclo PDCA para a fase de teste na implementação da nova rota do ciclo *Mizusumashi*

O comboio apenas funcionou de acordo com o novo sistema de abastecimento durante uma semana devido a condições externas ao projeto. Este foi bem aceite pela chefia e administração devido ao baixo custo de implementação e promoção da normalização do abastecimento e retorno de material. Contudo, considerou-se que o número de observações realizadas não foi suficiente para ter uma amostra significativa, que permitisse uma análise estatística robusta.

4.5 Síntese de capítulo

Neste capítulo foi desenvolvido o trabalho realizado na UI Equipar, durante seis meses, que visa a melhoria dos circuitos logísticos internos com recurso aos conceitos do *Lean Manufacturing* e da melhoria contínua.

No presente capítulo é elaborada a metodologia utilizada para caracterização dos circuitos logísticos internos da UI Equipar com a utilização de diagramas de esparguete e quantificação de unidades transportadas entre a fábrica TT, a fábrica AGLO e a EQD. De seguida fez-se o mapeamento da cadeia de valor da família de produtos ADVANTEC e definiu-se um problema a estudar. Com recurso ao diagrama de Ishikawa, foram escolhidas as causas a estudar com mais detalhe e foi feito o estudo do trabalho de dois operadores diretamente relacionados com as causas selecionadas.

Foram assim feitas três propostas de melhoria para a redução de desperdícios encontrados nas tarefas analisadas:

- Uniformização da medida de produção em ambos os processos;

- Alteração das rodas utilizadas nos cestos médios da secção do Topejamento para rodas loucas;
- Criação de uma norma de *standard work* para o *changeover* na secção de topejamento.

Foram estimados os ganhos na redução do tempo despendido na realização das tarefas com a implementação das melhorias propostas e outros, possíveis, ganhos adicionais com implementação de cada medida individual.

Paralelamente, estudou-se o trabalho do operador logístico da EQD onde as suas tarefas foram reestruturadas e distribuídas pelos operadores da logística externa e pelo operador polivalente da EQD. Isto permitiu que o operador logístico da EQD, responsável pela operação do comboio logístico, tenha tempo para expandir o ciclo *Mizusumashi* à secção de topejamento da fábrica TT. Foi então definida a nova rota e feito um plano de ações para a implementação da mesma. Procurou-se seguir a metodologia inerente ao ciclo PDCA durante a fase de teste para identificar potenciais constrangimentos, corrigi-los e melhorar continuamente o processo de abastecimento.

Foi feita uma simples representação da situação atual de abastecimento e da situação futura pretendida com as melhorias e o comboio logístico propostos (Figura 4.27). Nesta representação é realçada a troca de cestos em ambas as fábricas TT e AGL com o símbolo a amarelo do *kaizen burst* e o tempo elevado de transporte com a utilização do empilhador que é necessário para as tarefas logísticas na fábrica AGLO. Com a introdução das alterações propostas, estas duas atividades redundantes de valor não acrescentado são eliminadas. Com a introdução do comboio logístico na rota entre o topejamento da fábrica TT e a lavação da fábrica AGLO procurou-se padronizar o abastecimento da logística interna da UI Equipar entre as fábricas e centralizar este abastecimento em apenas um operador.

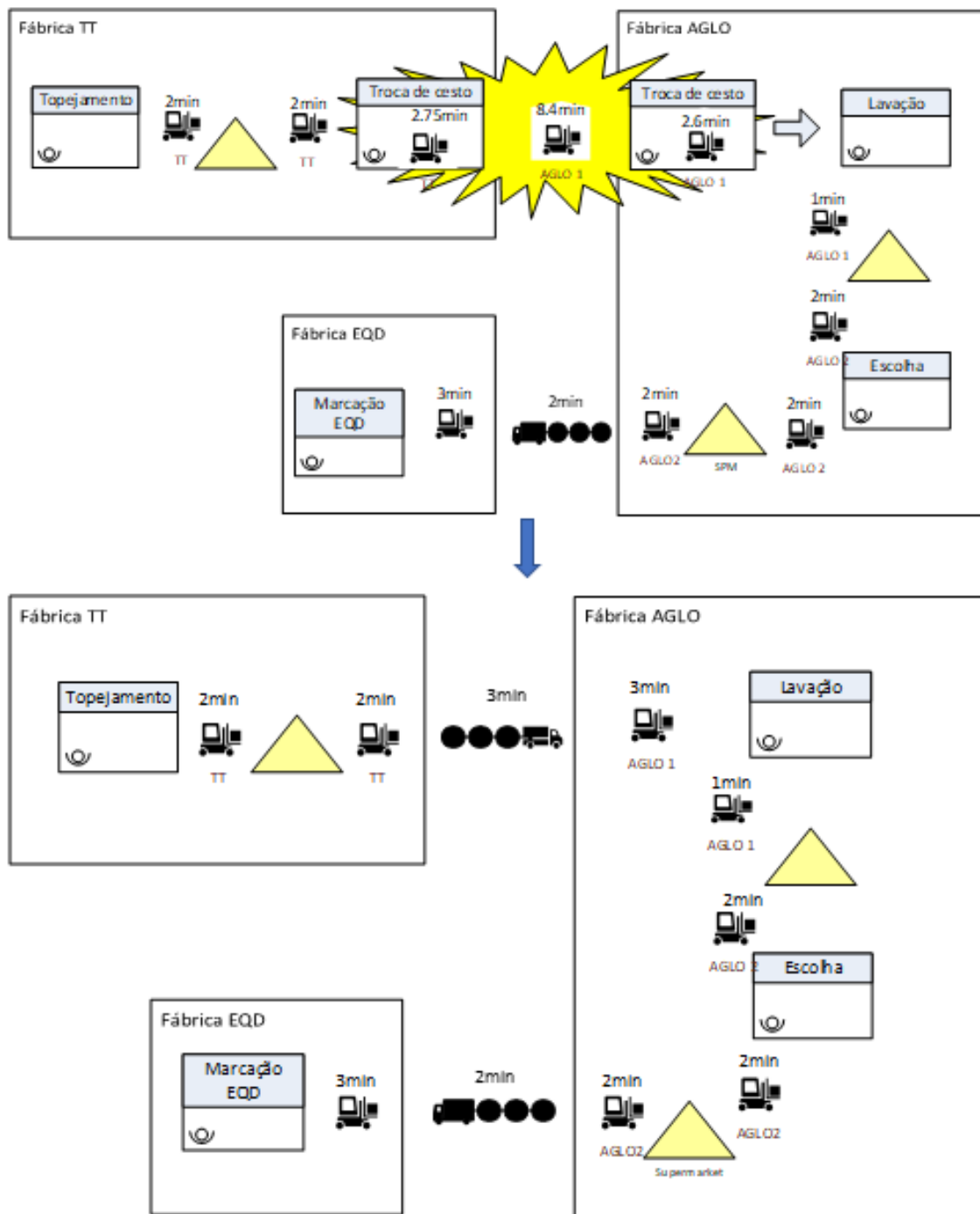


Figura 4.27 - Situação atual vs situação proposta

Com a implementação da nova rota que liga as secções de topejamento e lavação, a taxa de utilização do comboio aumenta de 18% para cerca de 56%. Com esta linha de abastecimento assegurada pelo comboio logístico, o empilhador AGLO 1 não será ocupado com transportes entre as duas secções de fábricas diferentes aproximadamente 62 minutos por turno.

5 Conclusões

O presente capítulo apresenta as conclusões relativas ao trabalho desenvolvido. São apresentadas, também, algumas limitações e dificuldades encontradas durante o decorrer do trabalho e são feitas propostas de trabalho futuro para a melhoria contínua dos circuitos logísticos internos da Unidade Industrial Equipar.

Com a consciencialização por parte da empresa, devido a trabalhos realizados anteriormente, da possibilidade de melhorar continuamente o processo de abastecimento, através da utilização dos conceitos do *Lean Manufacturing* e da melhoria contínua, foi proposto o desenvolvimento do trabalho “Melhorias no circuito logístico interno da Unidade Industrial Equipar”.

Com o desenvolvimento deste trabalho durante seis meses, foram propostas alterações para a redução de desperdícios na cadeia de valor dos produtos da família ADVANTEC, onde se verifica o maior número de transportes realizados entre as fábricas TT, AGLO e EQD. As propostas feitas, especificamente nas secções de topejamento da fábrica TT e de lavação da fábrica AGLO, foram as seguintes:

- Uniformização da medida de produção em ambos os processos;
- Alteração das rodas utilizadas nos cestos médios da secção do topejamento para rodas loucas;
- Criação de uma norma de *standard work* para o *changeover* na secção de topejamento.

Com a implementação das propostas prevê-se uma redução no tempo estimado de realização da tarefa 1, desempenhada pelo operador da secção de topejamento, quando o cesto está cheio, entre 90 e 170 minutos por dia e uma redução na tarefa 2, desempenhada pelo operador da secção de lavação, quando se verifica a necessidade de abastecimento de uma das máquinas, entre 59 e 76 minutos por turno. Assim, por dia, a redução no tempo estimado para a realização das tarefas 1 e 2 pode chegar a 37% e 17%, respetivamente.

Para além da redução do tempo de realização das tarefas, as alterações visam outros ganhos. Relativamente à alteração, uniformização da medida de produção em ambos os processos, pretende-se:

- Um fluxo contínuo entre as secções de produção, topejamento e lavação;
- Menor quantidade de WIP entre as secções de produção, topejamento e lavação;
- Lotes menores, uma vez que não conformidades num lote mais pequeno têm um menor impacto na produção, pois todo o lote é rejeitado e não apenas a parte não conforme;

- Um tempo de produção de cada lote menor;
- Utilizar a mesma medida de cesto em ambas as secções, topejamento e lavação, uma vez que elimina a necessidade de “troca de cesto”;
- Reduzir a probabilidade de utilização de um cesto extra para armazenagem de um “resto de lavação”, pelo que promove uma taxa de desperdício de 0%;
- Facilitar a contagem correta do número de rolhas produzidas, o que promove um impacto positivo na rastreabilidade da produção;
- Reduzir a necessidade de acertos de quantidades significativas.

A outra proposta a nível da alteração do tipo de rodas utilizadas no cesto visa:

- Promover a independência do empilhador, pois o operador pode retirar e repor o cesto da linha de produção sem esperar por outro operador para o fazer com o empilhador, ou procurar um empilhador disponível;
- Reduzir o tempo de paragem da máquina quando as rolhas chegam ao limite do cesto – promove uma redução taxa de paragem da máquina por cesto acabado;
- Permitir a utilização do mesmo cesto em as secções por poder ser utilizado na plataforma da secção da lavação;
- Eliminar o muda associado à “troca de cesto” na secção de lavação por este não ter a mobilidade adequada.

A terceira proposta procurou incutir nos operadores um *standard*, um trabalho padronizado para a realização da primeira tarefa. Com um método de trabalho padrão é mais fácil ter um ponto de referência para futuros estudos de melhoria.

As duas propostas relativas às alterações dos cestos metálicos médios não foram implementadas de imediato devido à necessidade de aquisição dum número elevado de rodas que não estavam contempladas no orçamento do projeto. Sem a possibilidade de manuseamento dos cestos, dada pela alteração das rodas, os cestos não foram utilizados para a receção das rolhas, o que por sua vez causou que não se avançasse de imediato com a proposta de marcação do nível nos cestos. Contudo, as propostas foram tidas em consideração e bem recebidas pela administração para um possível desenvolvimento futuro.

Relativamente à expansão do ciclo *Mizusumashi* que tinha como objetivo a operação do comboio logístico nas três fábricas para a padronização do abastecimento, melhor aproveitamento dos recursos e redução da carga dos empilhadores, este ficou apenas em fase de teste. Como referido na Secção 4.4 da dissertação, apenas se realizou o primeiro ciclo da metodologia inerente ao ciclo PDCA para a criação de condições ao funcionamento do comboio logístico numa nova rota. Esta primeira iteração envolveu a formação dos operadores diretamente envolvidos com a nova atividade, das chefias das respetivas secções, bem como a criação de ferramentas como o *kanban* de transporte e adaptação das carruagens ao transporte de cestos com rodas. A implementação na íntegra do projeto de expansão do ciclo não foi possível devido a constrangimentos temporais causados pelo atraso na adequação das carruagens e pela dificuldade

encontrada na reestruturação do trabalho do operador logístico da EQD. No entanto, o projeto verificou-se possível de implementar na sua totalidade com mais acompanhamento no futuro. Propõe-se, assim, avaliar a possibilidade de dedicar, por completo, o operador logístico da EQD à operação do ciclo *Mizusumashi* para possibilitar aumentar a eficiência do ciclo e procurar a padronização de outro circuito referido na secção 4.1 da dissertação. Os indicadores de desempenho desenvolvidos na dissertação poderão servir com base e como ajuda na monitorização de futuros projetos desta natureza.

O *Lean Manufacturing* e os seus conceitos devem estar sempre presentes no dia-a-dia das organizações. A procura da eliminação de desperdícios e a procura contínua de melhorias deve ser um objetivo transmitido claramente a todos. As reuniões *kaizen* diárias no *gemba* desempenham uma função muito importante como uma oportunidade de utilizar o potencial das pessoas para a identificação de pontos de melhoria e persegui-los. A Corticeira Amorim apresenta-se assim como um exemplo de uma empresa consciente, que procura ser melhor e crescer todos os dias com a integração e envolvimento de todos.

Referências bibliográficas

Al Smadi, S. (2009) 'Kaizen strategy and the drive for competitiveness: challenges and opportunities', *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 19(3), pp. 203–211. doi: 10.1108/10595420910962070.

Amorim Cork (2020) *Amorim Cork*. Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/> (Acedido em: 12 August 2020).

AmorimCork/ProductsAdvantec (2019). Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/products/catalogue/advantec/> (Acedido a: 1 April 2019).

AmorimCork/ProductsAGLO (2019). Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/products/catalogue/agglomerated-cork-stopper/> (Acedido a: 1 April 2019).

AmorimCork/ProductsNeutro (2019). Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/products/catalogue/neutrocork/> (Acedido a: 1 April 2019).

AmorimCork/ProductsTT (2019). Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/products/catalogue/twin-top/> (Acedido a: 1 April 2019).

AmorimCork/ProductsTTEVO (2019). Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/products/catalogue/twin-top-evo/> (Acedido a: 1 April 2019).

AmormiCork/ProductsAdvcolour (2019). Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/products/catalogue/advantec-colours/> (Acedido a: 1 April 2019).

Aoki, K. (2008) 'Transferring Japanese kaizen activities to overseas plants in China', *International Journal of Operations & Production Management*, 28(6), pp. 518–539. doi: 10.1108/01443570810875340.

Arbulu, R., Ballard, G. and Harper, N. (2003) 'KANBAN IN CONSTRUCTION', p. 13.

Baptista, S., Pereira, M. T. and Ferreira, L. P. (2018) 'Analysis and improvement of internal logistic flows at an industrial company', *7th International Conference on Business Sustainability (BS'17) and 6th International Conference on Virtual and Networked Organizations, Emergent Technologies and Tools (ViNOrg'17)*, pp. 16–24.

Baudin, M. (2005) *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*, New York: Productivity Press, pp. 45–49

Coimbra, E. A. (2013) 'Kaizen in Logistics and Supply Chains'

Grosfeld-Nir, A., Ronen, B. and Kozlovsky, N. (2007) 'The Pareto managerial principle: when does it apply?', *International Journal of Production Research*, 45(10), pp. 2317–2325. doi: 10.1080/00207540600818203.

Hamel, M. R. (2010) *Kaizen Event Fieldbook: Foundation, Framework, and Standard Work for Effective Events*. Society of Manufacturing Engineers.

Homepage Kaizen Institute Portugal (no date). Disponível em: <https://pt.kaizen.com/> (Acedido a: 7 September 2020).

Imai, M. (1986) *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill Publishing Company, New York NY

Imai, M. (1997) *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. McGraw-hill.

Kanaganayagam, K., Muthuswamy, S. and Damodaran, P. (2015) 'Lean methodologies to improve assembly line efficiency: an industrial application', *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 20(1), pp. 104–116. doi: 10.1504/IJISE.2015.069000.

Kehr, T. W. and Proctor, M. D. (2017) 'People Pillars: Re-structuring the Toyota Production System (TPS) House Based on Inadequacies Revealed During the Automotive Recall Crisis', *Quality and Reliability Engineering International*, 33(4), pp. 921–930. doi: 10.1002/qre.2059.

Krijnen, A. (2007) 'The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer', *Action Learning: Research and Practice*, 4(1), pp. 109–111. doi: 10.1080/14767330701234002.

Lewis, M. A. (2000) 'Lean production and sustainable competitive advantage', *International Journal of Operations & Production Management*, 20(8), pp. 959–978. doi: 10.1108/01443570010332971.

Liliana, L. (2016) 'A new model of Ishikawa diagram for quality assessment', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161, p. 012099. doi: 10.1088/1757-899X/161/1/012099.

Lyons, A. C. et al. (2013) 'Developing an understanding of lean thinking in process industries', *Production Planning & Control*, 24(6), pp. 475–494. doi: 10.1080/09537287.2011.633576.

manufactus (2020) 'Kanban System and pull control - definition and principle', *SMART KANBAN SYSTEM*, 24 January. Disponível em: <https://www.kanban-system.com/kanban-system-and-pull-control/> (Acedido a: 13 August 2020).

Meladas, R. (2009) 'Díptico Organigrama 2009', p. 3.

Melton, T. (2005) 'The Benefits of Lean Manufacturing', *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), pp. 662–673. doi: 10.1205/cherd.04351.

Moen, R. and Norman, C. (2006) *Summary*.

Monden, Y. (2011) *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, 4th Edition*. CRC Press.

Moura, R. A. (2016) *Kanban: A SIMPLICIDADE DO CONTROLE DA PRODUÇÃO*. IMAM.

Nomura, J. (2006) 'Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system', *International Journal of Simulation Modelling*, 5(4), pp. 155–166. doi: 10.2507/IJSIMM05(4)3.066.

Panwar, A. *et al.* (2015) 'On the adoption of lean manufacturing principles in process industries', *Production Planning & Control*, 26(7), pp. 564–587. doi: 10.1080/09537287.2014.936532.

Presença Mundial, Corticeira Amorim - Corticeira Amorim, Líder Mundial Setor Cortiça (2020). Disponível em: <https://www.amorim.com/corticeira-amorim/presenca-mundial/> (Acedido a: 9 January 2020).

'Realcork – Combate ao TCA' (no date). Disponível em: <https://www.apcor.pt/combate-ao-tca-tricloroanisole/> (Acedido a: 4 September 2020).

Rother, M. and Shook, J. (2003) *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute.

Schulze, A. and Störmer, T. (2011) 'Lean product development – enabling management factors for waste elimination', *International Journal of Technology Management*, 57(1/2/3), pp. 71–91. doi: 10.1504/IJTM.2012.043952.

Senderská, K., Mareš, A. and Václav, Š. (2017) 'SPAGHETTI DIAGRAM APPLICATION FOR WORKERS' MOVEMENT ANALYSIS', p. 12.

Sokovic, M., Pavletic, D. and Pipan, K. K. (2010) 'Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS', *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), p. 8.

Stewart, J. (2011) *The Toyota Kaizen Continuum: A Practical Guide to Implementing Lean*. CRC Press.

Suárez-Barraza, M. F. *et al.* (2016) 'In search of “Muda” through the TKJ diagram', *International Journal of Quality and Service Sciences*, 8(3), pp. 377–394. doi: 10.1108/IJQSS-04-2016-0028.

Wahab, A. N. A., Mukhtar, M. and Sulaiman, R. (2013) 'A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions', *Procedia Technology*, 11, pp. 1292–1298. doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.327.

Womack, J. P. and Jones, D. T. (1997) 'Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation', *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), pp. 1148–1148. doi: 10.1057/palgrave.jors.2600967.

Womack, J. P. and Jones, D. T. (2004) *A máquina que mudou o mundo*. Gulf Professional Publishing.

Womack, J. P. and Jones, D. T. (2015) *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together*. Simon and Schuster.

Womack, J. P., Jones, D. T. and Roos, D. (2007) *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production-- Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*. Simon and Schuster.

Zwolińska, B. (2016) 'Use of the Method VSM to the Identify Muda', *Research in Logistics & Production*, Vol. 6, No. 6. Disponível em:
<http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-0976800f-4c91-4b4a-a0a8-7ca2f42a3360> (Acedido a: 1 August 2020).

Anexo A – Produtos vendidos pela Corticeira Amorim

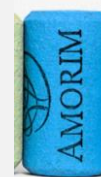
Produto	Descrição	Destino	Figura
Twin Top® <i>Constituída por um disco de cortiça natural em ambos os topos e um corpo aglomerado</i> (AmorimCork/ProductsTT, 2019)	Rolha técnica, baseada na tecnologia de produção da rolha de champanhe. Mantém todas as propriedades benéficas da rolha de cortiça natural em termos de sustentabilidade.(AmorimCork/ProductsTT, 2019)	Ideal para vinhos frutados e aconselhada para vinhos não destinados a um longo período de estágio na garrafa.(AmorimCork/ProductsTT, 2019)	
Twin Top EVO® <i>Constituída por um disco de cortiça natural em ambos os topos e um corpo de cortiça micro-granulada</i> (AmorimCork/ProductsTTEVO, 2019)	A Twin Top® Evo é a versão avançada da famosa rolha técnica Amorim, a Twin Top®. O corpo de cortiça micro-granulada, obtido por moldação individual, oferece uma maior homogeneidade e uma maior resistência física e mecânica. (AmorimCork/ProductsTTEVO, 2019)	Ideal para vinhos com notas florais e de frutos, que devem estagiar em garrafa durante um período até 36 meses.(AmorimCork/ProductsTEVO, 2019)	
Neutrocork® <i>Distingue-se pela sua grande estabilidade estrutural, resultante de uma composição de micro grânulos de cortiça</i> (AmorimCork/Products/Neutro, 2019)	A Neutrocork® distingue-se pela sua grande estabilidade estrutural, resultante de uma composição de micro grânulos de cortiça de tamanho uniforme, compactados em moldes individuais.(AmorimCork/Products/Neutro, 2019)	É recomendada para vinhos que apresentam alguma complexidade e de consumo rápido (até dois anos).(AmorimCork/Products/Neutro, 2019)	
Advantec® <i>Rolha técnica aglomerada que é submetida a um revestimento especial</i>	Integra todas as medidas preventivas e corretivas de combate ao TCA, incluindo o internacionalmente conhecido Sistema ROSA®.(AmorimCork/ProductsAdvantec, 2019)	Criada para ser uma referência nos vedantes para vinhos de grande rotação.(AmorimCork/ProductsAdvantec, 2019)	

Advantec Colours®

*Rolha técnica aglomerada
que é submetida a um
revestimento especial com
tinta*

É submetida a todas as medidas preventivas e corretivas de combate ao TCA, incluindo o internacionalmente conhecido Sistema ROSA® e permite a combinação da cor da rolha com os elementos decorativos do produto. (AmormiCork/ProductsAdvcolour, 2019)

Direcionada para um público jovem e para bebidas de consumo rápido. (AmormiCork/ProductsAdvcolour, 2019)



Rolha Aglomerada

*Constituída por um corpo
aglomerado de cortiça e
produtos
aglomerantes (AmorimCork/ProductsAGLO, 2019)*

Rolha técnica constituída por um corpo aglomerado de cortiça que responde na perfeição à necessidade de conciliação entre os fatores preço e boa performance.

A um preço competitivo, é recomendada para vinhos a consumir no período de seis meses após o engarrafamento. (AmorimCork/ProductsAGLO, 2019)



0+1 e 0+2

*Possui por 1 ou 2 discos em
apenas 1 dos lados da rolha e
corpo aglomerado.*

Rolha técnica, baseada na tecnologia de produção da rolha de champanhe. Semelhante à rolha Twin Top®, difere na alocação dos discos. pode ter apenas um disco, ou dois do mesmo lado.

Ideal para vinhos frutados e aconselhada para vinhos não destinados a um longo período de estágio na garrafa.



Anexo B – Histórico de registros de unidades produzidas (jan2018-mar2019)

Ano	Mês	Data	Semana	Embalagem(EQD) - Expedição	SPM(AGLO) - marcação(EQD) marcação	Topejamento(TT) - Lavação(AGLO)	Embalagem(TT) - Expedição	Embalagem(AGLO) para expedição	Extrusão(AGLO) - Expedição	EE(TT) - marcação(EQD)	SPM(AGLO) - Tratamento(EQD)	L5 extrusão(TT) - Expedição
2018	Janeiro	1/8/2018	2	190	225	9	232	105	40	8	35	25
2018	Janeiro	1/15/2018	3	188	228	11	246	115	40	8	0	33
2018	Janeiro	1/22/2018	4	210	231	6	246	85	60	8	0	38
2018	Janeiro	1/29/2018	5	196	252	6	260	90	60	8	0	16
2018	Fevereiro	2/5/2018	6	188	267	9	270	90	35	8	29	2
2018	Fevereiro	2/19/2018	8	212	231	11	240	105	55	8	29	17
2018	Fevereiro	2/26/2018	9	188	246	19	252	100	50	8	29	2
2018	Março	3/5/2018	10	192	252	27	257	120	50	14	29	0
2018	Março	3/12/2018	11	206	249	22	245	100	50	10	29	1
2018	Março	3/19/2018	12	188	258	4	263	110	45	15	29	8
2018	Abril	4/9/2018	15	204	261	6	266	90	55	10	29	22
2018	Abril	4/16/2018	16	210	264	5	267	85	35	10	29	6
2018	Mai	5/14/2018	20	194	258	0	259	85	35	10	0	9
2018	Mai	5/21/2018	21	186	261	0	263	105	60	10	0	8
2018	Junho	6/4/2018	23	170	228	2	228	115	50	10	29	50
2018	Junho	6/11/2018	24	200	282	10	233	110	45	10	29	23
2018	Julho	7/9/2018	28	192	288	7	290	90	40	10	29	24
2018	Julho	7/16/2018	29	192	318	18	315	105	50	10	29	35
2018	Julho	7/23/2018	30	194	291	3	296	120	55	22	29	23
2018	Julho	7/30/2018	31	194	306	5	308	95	45	23	29	15
2018	Setembr	9/3/2018	36	204	309	0	312	110	40	10	29	24
2018	Setembr	9/10/2018	37	188	279	5	282	115	45	15	29	24
2018	Setembr	9/17/2018	38	188	291	0	296	100	55	20	29	13
2018	Setembr	9/24/2018	39	188	294	0	299	100	45	10	29	27
2018	Outubro	10/15/2018	42	188	297	20	301	90	35	22	32	8
2018	Outubro	10/22/2018	43	188	288	20	293	90	50	12	29	0
2018	Novembr	11/5/2018	45	196	300	1	302	95	60	17	29	14
2018	Novembr	11/12/2018	46	188	264	1	265	85	45	17	29	15
2018	Novembr	11/19/2018	47	180	273	3	275	110	35	20	29	18
2018	Novembr	11/26/2018	48	196	258	3	263	85	60	21	29	19
2018	Dezembr	12/3/2018	49	186	267	5	269	120	35	18	29	9
2018	Dezembr	12/17/2018	51	150	246	2	248	120	60	0	18	11
2019	Janeiro	1/21/2019	4	188	246	13	252	115	40	26	0	0
2019	Janeiro	1/28/2019	5	194	87	14	92	115	60	21	0	0
2019	Fevereiro	2/4/2019	6	188	213	30	216	115	45	17	0	10
2019	Fevereiro	2/11/2019	7	196	255	9	260	110	50	23	0	19

20 19	Fevereiro 19	2/18/20 19	8	200	213	15	215	115	45	12	20	25
20 19	Março19	3/11/20 19	11	194	279	13	281	95	45	10	23	15

Anexo C – Registos das cronometragem das tarefas 1 e 2

		1) Tarefas efetuadas na secção do Topejamento quando o cesto se encontra cheio						
		1	2	3	4	5	6	7
Observação	Descrição	Verificar cesto cheio	Parar máquina	Aguardar a presença do empilhador para retirar o cesto da linha	Aguardar que o empilhador transfira a rolha para um cesto mais pequeno	Retirar etiqueta do MÊS com uma quantidade aproximada para cada cesto pequeno	Aguardar que o empilhador deixe os cestos cheios em stock e reponha o vazio na linha	Arrancar novamente com a máquina
	Ponto de cronometragem	operador começa a deslocar-se ao cesto cheio	operador carrega no botão para parar a máquina	Empilhador toca com as pás no cesto	pás do empilhador deixam o contacto com o segundo cesto	operador cola etiqueta no segundo cesto	pás do empilhador deixam o contacto com o cesto à frente da linha	operador selecciona a ordem de arranque da máquina
1	tempo (segundos)	59	27	235	177	103	129	68
2		60	48	208	138	117	157	46
3		55	20	580	138	128	102	65
4		47	29	364	180	75	129	59
5		50	25	587	191	73	148	33
6		46	41	457	140	101	91	67
7		51	50	504	206	122	75	46
8		45	26	400	167	72	116	52
9		64	40	463	135	89	141	40
10		58	42	214	177	80	85	39
11		61	24	589	203	106	83	49
12		75	45	292	166	83	78	62
13		75	49	628	191	93	135	42
14		45	38	379	150	129	162	63
15		54	46	331	174	78	146	55
16		78	28	379	210	88	168	61
17		58	42	494	140	80	78	36
18		54	34	266	203	76	128	53
19		61	46	408	167	106	126	40
20		40	36	352	162	102	148	52
21		56	32	492	129	122	122	32
22		58	50	245	187	92	177	66
23		46	43	454	148	112	75	35
24		55	25	447	200	79	141	42
25		70	27	271	133	119	135	42
26		40	20	233	156	119	112	42
27		40	44	209	154	107	115	45
28		48	28	618	173	72	76	53
29		40	21	482	133	106	139	34
30		69	25	578	123	89	148	30
	média (min)	0.9	0.6	6.8	2.8	1.6	2.0	0.8
	Média	55	35	405	165	97	122	48
	Var	116.8	99.7	18043.8	681.5	334.7	927.9	134.4
	SD	10.8	10.0	134.3	26.1	18.3	30.5	11.6

2) Tarefas efetuadas pelo operador da lavação quando verifica a necessidade de rolha da secção do topejamento								
		1	2	3	4	5	6	7
Observação	Descrição	Verificar a necessidade de abastecimento	Deslocação à secção do topejamento	Procura dos cestos com a rolha necessária	Deslocação de volta à secção da lavação com os cestos	Transferência de rolha para 2 cestos com medida adequada	Guardar rolha em excesso num terceiro cesto (caso necessário)	Abastecimento à máquina manual
	Ponto de cronometragem	Operador inicia deslocação em direção ao cesto	Operador arranca com o empilhador	Operador passa o ponto especificado à chegada ao topejamento	Operador passa o ponto especificado à partida do topejamento	Operador inicia a elevação do cesto	Operador inicia deslocação para o stock	Operador desce do empilhador
1	tempo (segundos)	51	140	362	172	163	46	170
2		64	117	269	160	147	52	196
3		51	117	299	180	155	69	208
4		58	114	298	174	157	47	192
5		60	140	367	175	160	64	153
6		59	127	345	170	142	49	154
7		64	124	310	175	158	64	211
8		60	143	309	173	171	51	187
9		53	140	357	167	170	51	171
10		68	124	287	164	155	48	209
11		63	131	274	164	143	47	172
12		55	111	375	180	162	65	188
13		57	138	380	167	147	63	202
14		65	110	348	171	176	51	200
15		52	139	316	171	169	57	201
16		53	118	298	164	142	68	190
17		52	142	384	162	160	58	218
18		69	145	369	163	163	69	173
19		70	112	361	178	156	60	219
20		56	121	266	166	150	62	192
21		61	113	382	179	155	55	187
22		61	113	357	174	175	50	169
23		59	111	315	172	166	65	155
24		70	141	344	164	164	68	153
25		66	128	363	167	143	45	213
26		55	150	264	166	154	61	154
27		53	143	318	173	146	57	155
28		51	138	373	171	152	46	168
29		60	144	285	177	160	64	175
30		61	116	371	161	179	60	212
	média (min)	1.0	2.1	5.5	2.8	2.6	1.0	3.1
	Média	59	128	332	170	158	57	185
	Var	35.6	171.5	1564.5	34.6	109.0	62.7	473.1
	SD	6.0	13.1	39.6	5.9	10.4	7.9	21.7

Anexo D – Template usado para o estudo das tarefas e propostas de melhoria

 Enquadramento 	
Para uma boa configuração do ficheiro preencha os espaços em branco:	
Nome standard work:	Utilização de contentor de igual capacidade e eliminação/redução de Mudanças
Unidade Industrial:	Equipar
Secção:	Topejamento (TT) e Lavação (AGLO)
Equipa:	Operador(a) responsável pela produção no Topejamento

Qual o objectivo do Standard Work?
Redução do nº de transferências de rolha em excesso para um cesto extra e do tempo de reposição à frente da linha
Qual o indicador a medir?
Taxa de ocupação excessiva do cesto médio (%)
Tempo de paragem da máquina (entre o abastecimento de cestos) à frente da linha / nº de cestos acabados
Já estabeleceu o modo e/ou o local de acompanhamento do seu indicador ?
Qual a meta a que nos propomos ?
Manter a taxa de desperdício em 0 % Reduzir o tempo de espera de reposição à frente da linha em 60 %

O documento apresentado é o modelo seguido pela empresa para a implementação de novas propostas de melhoria. Sendo assim, foi usado para a apresentação das propostas referidas na presente dissertação.

Anexo E – *kanban* de transporte proposto

HORA:		KANBAN de transporte - Comboio		Nº 1
CALIBRE		GRANULADO		Nº máximo cestos
Nº CESTOS		CAPACIDADE DO CESTO	35000 rolhas	3
CALIBRE		GRANULADO		
Nº CESTOS		CAPACIDADE DO CESTO	35000 rolhas	
CALIBRE		GRANULADO		
Nº CESTOS		CAPACIDADE DO CESTO	35000 rolhas	
ALTERNATIVO				
CALIBRE		GRANULADO		
Nº CESTOS		CAPACIDADE DO CESTO	35000 rolhas	
OBSERVAÇÃO:				
TOPEJAMENTO → LAVAÇÃO AGLOMERADA TRANSPORTE FINALIZADO ☐				

Anexo F – Norma Teste do comboio logístico

Norma TESTE – COMBÓIO LOGÍSTICO

Unidade Industrial

EQUIPAR

Setor/Máquina

EQD - AGLO - TT

Nº	Rota	Operações internas	Duração da operação	t (min) Cumulativo
0	EQD	Início da Rota EQD	0:00:00	0:00:00
1		Definir pedidos para o próximo abastecimento da EQD	0:01:00	0:01:00
2		Engate do comboio às plataformas	0:01:00	0:02:00
3		Carregar as 3 plataformas com cestos vazios na paragem 1	0:03:00	0:05:00
4		Viajar até à paragem 2	0:01:30	0:06:30
5		Descarregar os 3 cestos vazios na paragem 2	0:02:30	0:09:00
6		Viajar até à paragem 3	0:00:30	0:09:30
7		Carregar as plataformas com 3 cestos cheios para satisfazer os pedidos da EQD	0:04:00	0:13:30
8		Viajar até à paragem 1	0:02:00	0:15:30
9	Desengatar o comboio das plataformas na paragem 1	0:01:00	0:16:30	
0	TT	Início da Rota TT	0:00:00	0:00:00
1		Viajar até à paragem 4	0:01:00	0:01:00
2		Atualizar o stock na folha de registo e recolher o KANBAN usado pelo operador do empilhador (pilar próximo da paragem) (1)	0:01:00	0:02:00
3		Engate do comboio às plataformas	0:01:00	0:03:00
4		Viajar até à paragem 2	0:03:00	0:06:00
5		Atualizar stock na folha de registo da Lavação, deixar o KANBAN utilizado na mesa da lavação e retirar o próximo KANBAN (2)	0:01:00	0:07:00
6		Aguardar o carregamento de 3 cestos pequenos vazios na paragem 2	0:03:00	0:10:00
7		Viajar até à paragem 4	0:03:00	0:13:00
8		Colocar o KANBAN de transporte no local indicado (pilar próximo da paragem) para o próximo abastecimento (1)	0:01:00	0:14:00
9		Desengatar o comboio das plataformas na paragem 4		
10	Viajar até à paragem 1	0:01:00	0:15:00	

1

2

KANBAN

1. **Seguir a norma de acordo com o horário.** As rotas EQD e TT não são necessariamente realizadas sucessivamente.
2. Em caso de chuva, efetuar a rota TT passando pela EQD e Escolha Eletrônica do pavilhão TT até à paragem 4.

Anexo G – Horário do comboio logístico para a secção de Lavação na Fábrica Aglomerada

		Horário de passagem do comboio					Data: __ / __ / __
Turno 2 (8:00-16:00)				Turno 3 (16:00-00:00)			
Volta (comboio)	Hora prevista	Hora do pedido	Observações	Volta (comboio)	Hora prevista	Hora do pedido	Observações
4	9:47	__:__		16	16:17	__:__	
5	10:22	__:__		18	17:17	__:__	
8	11:52	__:__		21	18:47	__:__	
10	13:22	__:__		Jantar	20:00		
Almoço	13:30			25	21:17	__:__	
12	14:22	__:__		28	22:47	__:__	
14	15:22	__:__		30	23:47	__:__	

NOTA

- É da responsabilidade do operador da secção descarregar o comboio assim que ele chegar à paragem.
- O preenchimento do KANBAN é feito pelo operador da secção da lavação e deve ser preenchido ANTES do comboio chegar e não apenas quando este pára.
- O operador da lavação NÃO pode ir à secção do topejamento buscar rolhas. Deve aguardar pelo comboio*.
- Evitar usar cestos metálicos pequenos do topejamento para depositar rolha lavada.

*Apenas se deve recorrer ao empilhador para ir ao topejamento em caso especial por avaria do comboio ou por ordem superior.