



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Rita Dias Matos

Melhoria do sistema de abastecimento interno
de uma fábrica têxtil da indústria automóvel



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ana Rita Dias Matos

Melhoria do sistema de abastecimento interno
de uma fábrica têxtil da indústria automóvel

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa
Professora Doutora Maria Sameiro Carvalho

DECLARAÇÃO

Nome: Ana Rita Dias Matos

Endereço eletrónico: anaritadiasmatos@gmail.com Telefone: 918601637

Número do Bilhete de Identidade: 14205000

Título da dissertação: Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil numa indústria automóvel

Orientadores: Professor Doutor Rui Manuel Alves da Silva e Sousa e Professora Doutora Maria Sameiro Carvalho

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

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

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

*“Perfection is achieved, not when there is nothing more to add,
but when there is nothing left to take away.”*

Antoine de Saint-Exupery

AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto contou com o apoio e incentivo de pessoas que contribuíram para a sua concretização. Deste modo gostaria de expressar algumas palavras de apreço:

Aos meus professores orientadores, Doutor Rui Sousa e Doutora Maria Carvalho, pela partilha de conhecimento e disponibilidade em acompanhar o desenvolvimento da presente dissertação.

À Continental – Indústria Têxtil do Ave por possibilitar a realização da minha dissertação de mestrado na empresa e pela experiência profissional proporcionada.

Ao Engenheiro José Pedro Dias pela sua colaboração na concretização deste projeto, pelo incentivo, pelos conhecimentos transmitidos e por contribuir para o meu crescimento enquanto profissional.

Aos meus colegas de trabalho na Continental – Indústria Têxtil do Ave, em especial à Filipa Freitas e ao Hélder Ribeiro, pela sua disponibilidade e companheirismo demonstrados ao longo do estágio realizado.

A todos os colaboradores da Continental – Indústria Têxtil do Ave, pelo modo como me receberam e prestaram a sua ajuda sempre que foi solicitada.

Agradeço ainda ao Ricardo Ribeiro pela amizade, cumplicidade e parceria, e também pela sua ajuda, troca de ideias e incentivo, durante todo o meu percurso académico.

Por último, mas não menos importante, dirijo um agradecimento especial à minha família, por me ensinar a batalhar sempre pelo que desejo alcançar, e pelo seu apoio incondicional, amizade e compreensão demonstrados. Sem a sua ajuda a concretização deste mestrado não era possível, e por isso dedico-lhes este trabalho.

RESUMO

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho e desenvolvida em ambiente industrial na Continental – Indústria Têxtil do Ave. Esta empresa dedica-se principalmente à produção de reforços têxteis e de Malhas destinadas à indústria automóvel.

O projeto desenvolvido surgiu com a necessidade de melhorar o processo de abastecimento interno às áreas produtivas da empresa, uma vez que apresentava desperdícios de recursos. Assim, o propósito deste trabalho é a implementação de um sistema logístico interno que combine um *Mizusumashi* e uma ferramenta de transmissão de informação eletrónica.

Uma revisão crítica da literatura permitiu selecionar um conjunto de etapas adequadas para a implementação de um sistema de abastecimento interno a partir da combinação de um *Mizusumashi* e da ferramenta *e-Kanban*. O plano de introdução deste sistema abrange a definição de locais de entrega de materiais, conjunto de tarefas de transporte normalizadas, de períodos de abastecimento, de uma equipa logística e do sistema de transmissão de informação com *e-Kanban*.

Os resultados deste projeto conduziram a uma redução de 50% da área ocupada por matéria-prima no chão de fábrica e uma melhor organização da produção. Esta dissertação fornece um olhar crítico sobre as ferramentas *Lean* aplicadas na logística interna, e prova que é possível redesenhar um sistema de abastecimento interno sem qualquer custo. Além disso, oferece uma abordagem prática da implementação de um sistema *Mizusumashi* e de uma ferramenta de transmissão de informação eletrónica. Esta é uma abordagem que normalmente não é vista em indústrias de processo.

PALAVRAS-CHAVE

Just-in-Time, Mizusumashi, Abastecimento Interno, Kanban, Movimentação de Materiais

ABSTRACT

The present dissertation was conducted as part of the Master course in Industrial and Management Engineering at Minho University and developed in an industrial environment at Continental - *Indústria Têxtil do Ave*. This company is mainly engaged in the production of textile reinforcements for the automotive industry.

This project was born out of the necessity to improve the process of internal supply to the production areas since the company identified waste of resources in these areas. Thus, the purpose of this work was to implement an internal logistics system that combines a *Mizusumashi* and an electronic Kanban.

A critical review of the literature allowed setting the appropriate steps for the implementation of a *Mizusumashi* system and e-*Kanban* tool. The introduction of this system involves the following plan: define delivery points of materials, define transportation tasks, define periods of supply, define a logistic team and define an information transmission system.

The results of this project conducted to a 50% reduction of the area occupied by raw material on the shop floor and better organization of production areas. This paper provides a critical view on Lean tools applied to internal logistics and proves that it is possible to redesign an internal supply system without costs. Moreover, it offers a practical approach to implement a *Mizusumashi* system and an electronic information transmission tool. This approach is not normally seen in process industries.

KEYWORDS

Just-in-Time, *Mizusumashi*, Internal Supply Chain, *Kanban*, Material Handling

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos da Investigação.....	3
1.3 Metodologia da Investigação.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação.....	5
2. Revisão Bibliográfica.....	7
2.1 Gestão Logística.....	7
2.2 Lean Manufacturing.....	8
2.2.1 Fundamentos e Princípios.....	8
2.2.2 <i>Just-in-Time</i>	10
2.2.3 <i>Total Flow Management (TFM)</i>	11
2.2.4 Estratégias de reposição de materiais.....	13
2.2.5 <i>Mizusumashi</i>	16
2.2.6 <i>Kanban</i>	18
2.2.7 Análise Crítica.....	20
2.3 Ferramentas de diagnóstico.....	21
2.3.1 <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	21
2.3.2 Diagrama <i>Ishikawa</i>	23
2.3.3 5 Porquês (5W).....	23
2.3.4 Análise de <i>Layouts</i>	23
2.4 Estudo dos métodos e dos tempos.....	24
3. Apresentação da empresa.....	27

3.1	Grupo Continental	27
3.2	Áreas de Negócio.....	28
3.3	Continental - Indústria Têxtil do Ave S.A.....	28
3.4	CBS (<i>Continental Business System</i>).....	29
3.5	Estrutura Organizacional da Empresa	30
3.6	Organização Fabril.....	32
4.	Caraterização do Sistema Produtivo da C-ITA.....	33
4.1	Produtos e Processos Produtivos	33
4.1.1	Tecido Impregnado.....	33
4.1.2	Cabo Impregnado	36
4.1.3	Malhas Termofixadas	37
4.2	Classificação do Sistema Produtivo	39
4.2.1	Continuidade do fluxo de produção	39
4.2.2	Quantidade e diversidade dos produtos.....	39
4.2.3	Modo de satisfação da procura.....	40
4.2.4	Implantação	40
4.3	Descrição do sistema de abastecimento interno	41
5.	Análise do sistema de abastecimento às áreas de Torcedura	43
5.1	Recolha de dados	43
5.2	Aplicação de ferramentas de diagnóstico	46
5.2.1	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	46
5.2.2	Diagrama <i>Ishikawa</i>	49
5.2.3	Os 5 Porquês (5W)	49
5.2.4	Análise do <i>layout</i> da área de Torcedura DCT2	50
5.3	Solução face aos problemas.....	51
6.	Implementação do <i>Mizusumashi</i>	53
6.1	Definição de requisitos para dimensionar o sistema <i>Mizusumashi</i>	53
6.2	Definição de <i>buffers</i> nas áreas produtivas	55
6.3	Definição de conjuntos de tarefas de transporte de acordo com a sua tipologia	62
6.4	Definição de períodos de abastecimento de materiais às áreas produtivas	66
6.5	Definição de uma equipa logística.....	68

6.6	Definição de um sistema de transmissão de informação com e-Kanban.....	69
6.7	Ajustes finais à implementação do Mizusumashi.....	76
7.	Discussão dos resultados obtidos.....	79
7.1	Análise das requisições de MP efetuadas pelas áreas de Produção.....	79
7.2	Análise da área ocupada por MP no <i>shop floor</i>	81
8.	Propostas de melhoria.....	83
8.1	Implementação de um Comboio Logístico.....	83
8.2	Redimensionamento do tamanho das bobinas.....	89
9.	Conclusões.....	93
9.1	Considerações finais.....	93
9.2	Trabalhos futuros.....	94
	Referências Bibliográficas.....	97
	Anexo I - Análise SWOT.....	99
	Anexo II - Proposta de <i>Layout</i> para alocar a MP no <i>shop floor</i>	100
	Anexo III - Atividades relacionadas com movimentação de materiais.....	101
	Anexo IV - Simulação da mão-de-obra necessária.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes da Logística (Adaptado de Ballou (2007))	7
Figura 2 - Os 5 Princípios do Lean Thinking (Adaptado de Womack, 2010)	9
Figura 3 - Identificação dos 7 desperdícios na produção (Adaptado de Russel, 2011)	10
Figura 4 - Representação do modelo Total Flow Management (Coimbra, 2008).....	12
Figura 5 - Pilares do Total Flow Management (Coimbra, 2008)	13
Figura 6 - Fluxo de materiais num sistema com Mizusumashi (Miller, 2010)	14
Figura 7 - Variação de stocks no shop floor num sistema Mizusumashi (Ichikawa, 2009)....	17
Figura 8 - Fluxo da transmissão de informação a partir de Kanbans específicos	18
Figura 9 - Vista aérea da fábrica Continental ITA	29
Figura 10 - Organização do CBS (ContiMaborOnline, 2010)	30
Figura 11 - Excerto do Organigrama da C-ITA	31
Figura 12 - Layout do Piso 0 da C-ITA	32
Figura 13 -Layout do Piso -1 da C-ITA	32
Figura 14 - Processo Produtivo do Tecido Impregnado.....	33
Figura 15 - Vista geral do lado de um torcedor (a), detalhe de um torcedor (b).....	34
Figura 16 - Estrutura de uma bobinadeira (a) e detalhe de um fuso da bobinadeira (b)	34
Figura 17 - Bobinas de pontas.....	35
Figura 18 - Processo Produtivo da Tecelagem.....	35
Figura 19 - Estrutura do tecido.....	36
Figura 20 - Tecido a passar pela máquina de impregnar.....	36
Figura 21 - Saída do tecido impregnado	36
Figura 22 - Processo Produtivo do Cabo Impregnado	37
Figura 23 - Single End - Máquina de impregnar cabo	37
Figura 24 - Processo Produtivo das Malhas	38
Figura 25 - Teares circulares	38
Figura 26 - Entrada da malha em verde na Râmula	38
Figura 27 - Classificação da quantidade de Produtos.....	40
Figura 28 - Fluxograma de tarefas de movimentação de materiais do artigo R0649701AL ...	45
Figura 29 - VSM relativo ao artigo R0649701AL	47
Figura 30 - Diagrama Ishikawa relativo ao problema de abastecimento interno.....	49
Figura 31 – Layout da área de Torcedura DCT2.....	50
Figura 32 - Plano de implementação de um sistema Mizusumashi (Harris et al., 2004)	53

Figura 33 - Análise da Flutuação da Produção em 2014.....	54
Figura 34 - Comparação entre os resultados previsão e histórico	55
Figura 35 - Layout da área da Torcedura DCT2	59
Figura 36 - Layout da área SE.....	60
Figura 37 - Layout da área SA	60
Figura 38 - Layout das áreas das Malhas e da Tecelagem	61
Figura 39 - Identificação (a) e marcação (b) de buffers de matéria-prima.....	61
Figura 40 - Zona destinada à arrumação de sucata	62
Figura 41 - Zona destinada à arrumação de caixas de tubos vazios.....	62
Figura 42 - Esquema do fluxo de informação desenvolvido.....	70
Figura 43 - BPML do processo de distribuição de MP	70
Figura 44 - Menu da interface da produção da ferramenta de requisição de MP.....	71
Figura 45 - Menu Consultar Pedidos da Interface da Produção.....	72
Figura 46 - Formulário de Requisições para a área da Torcedura DCT2.....	72
Figura 47 - Auxiliar de cálculo do número de paletes necessárias	73
Figura 48 – Message box "Não preencheu todos os campos"	74
Figura 49 - Interface do Armazém da ferramenta de transmissão de informação	75
Figura 50 - Folha SAP da interface do armazém	76
Figura 51 - Variação das requisições de paletes de matéria-prima nas áreas da Torcedura	77
Figura 52 - N° médio de requisições feitas por área de Torcedura	79
Figura 53 - Análise do histórico de requisições feitas por ronda de entrega de MP	81
Figura 54 - N° médio de paletes de MP no chão de fábrica	81
Figura 55 - Comparação da área ocupada por paletes no chão de fábrica	82
Figura 56 - Empilhador vs Mizusumashi (Takt, 2011)	83
Figura 57 - Percurso do Mizusumashi no Piso 0.....	84
Figura 58 - Carro Rebocador.....	85
Figura 59 - Plataforma móvel.....	85
Figura 60 - Braço amovível ou reboque retrátil	86
Figura 61 - Projeto do comboio logístico construído em Solidworks	87
Figura 62 - Acessório amovível para aplicar nas plataformas móveis.....	87
Figura 63 - Organização de um separador da paleta atual com capacidade para 36 bobinas ..	91
Figura 64 - Proposta de um separador de paleta com capacidade para 48 bobinas	91
Figura 65 - Esquema dos 5S's criado pelo CBS	95
Figura 66 - Proposta de alocação de paletes na área de Torcedura DTC2.....	100

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Revisão bibliográfica de estudos relacionados com o Mizusumashi	16
Tabela 2 – Prós e contras de um sistema combinado com Mizusumashi e Kanbans	20
Tabela 3 - Comparação entre a utilização de um comboio logístico e de empilhadores	21
Tabela 4 - Artigos mais produzidos em 2014.....	43
Tabela 5 – Os “5 Porquês” do excesso de stock no shop floor	50
Tabela 6 - Soluções face às oportunidades de melhoria identificadas	52
Tabela 7 - Valores obtidos da simulação para 3 meses	55
Tabela 8 - Exemplo dos cálculos relativos ao estudo efetuado para um Cabo em Verde	56
Tabela 9 - Tarefas de transporte da área DCT2.....	63
Tabela 10- Tarefas de transporte da área das Malhas	64
Tabela 11 - Tarefas de transporte da área SA	64
Tabela 12 - Tarefas de transporte da área Single End	64
Tabela 13 - Tarefas de transporte de Scrap	65
Tabela 14 - Tarefas de Transporte de armazenamento das Malhas	65
Tabela 15 – Tempo de reposição de cada Cabo em Verde	67
Tabela 16 - Horário de abastecimento de matéria-prima às áreas de Torcedura	67
Tabela 17 - Ajuste do horário de abastecimento de matéria-prima às áreas de Torcedura	68
Tabela 18 - Dimensionamento da mão-de-obra necessária para as tarefas de transporte	68
Tabela 19 - Limitação de paletes imposta em cada área de Torcedura	78
Tabela 20 - Área ocupada por MP nas áreas de Torcedura.....	82
Tabela 21 - Informações relativas ao carro rebocador da marca JAC.....	85
Tabela 22 - Informações relativas à plataforma móvel do fornecedor Equipleva.....	86
Tabela 23 - Tarefas de transporte da área de Torcedura DCT2	88
Tabela 24 - Nova Simulação da mão-de-obra	89
Tabela 25 - Análise das propostas apresentadas	90
Tabela 26 - Análise SWOT do abastecimento interno de matérias-primas	99
Tabela 27 - Tarefas de receção de Matéria-Prima.....	101
Tabela 28 - Tarefas de expedição do produto acabado	101
Tabela 29 - Tarefas associadas aos recursos humanos da produção	102
Tabela 30 - Transporte de Carros de esquinadeira	102
Tabela 31 - Mão-de-obra necessária para a movimentação de materiais.....	103

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

C-ITA – Continental – Indústria Têxtil do Ave

CBS – *Continental Business System*

MP – Matéria-Prima

JIT – *Just-in-Time*

BOM – *Bill of Materials*

WIP – *Work in Process*

SWOT – *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*

VSM – *Value Stream Mapping*

5W – *5 Why*

BPML – *Business Process Modeling Language*

LT – *Lead Time*

SS – Stock de Segurança

S – Nível de encomenda

VDI – *Virtual Desktop Infrastructure*

VBA – *Visual Basic for Applications*

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi realizada no âmbito da Unidade Curricular de Projeto, do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. O projeto foi desenvolvido em ambiente industrial, na empresa Continental – Indústria Têxtil do Ave (C-ITA). Esta empresa dedica-se, principalmente, à produção de reforços têxteis e de Malhas destinadas à indústria automóvel.

Neste capítulo é efetuado um enquadramento do projeto centralizado na Gestão Logística e no *Lean Manufacturing*. São apresentados ainda os objetivos da investigação e a metodologia adotada. Por fim, é apresentada a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Os fatores que mais contribuíram para o aumento da competitividade no ambiente industrial foram as rápidas mudanças da tecnologia, a globalização das indústrias de produção e a redução dos ciclos de vida dos produtos. Consequentemente, as organizações enfrentam cada vez mais a incerteza do mercado e a mudança contínua. De forma a colmatar as dificuldades, as empresas começaram a desenvolver novos métodos e perspetivas para ir ao encontro das necessidades do mercado. Assim, para responder de forma eficiente a este ambiente dinâmico, deve criar-se uma empresa flexível que possua várias opções estratégicas (Koste & Malhotra, 1999).

Com o objetivo de aumentar os níveis de qualidade e flexibilidade no serviço ao cliente, reduzindo custos e ciclos de vida, a aplicação do *Lean Manufacturing* tem vindo a ganhar relevo (Roos, Womack, & Jones, 1990). Esta abordagem tem como propósito uma orientação ao cliente de modo a produzir as quantidades encomendadas com a redução de atividades que não acrescentam valor ao produto. A aplicação do *Lean Manufacturing* conduz à diminuição de desperdícios associados a recursos, entre os quais, a redução de espaço, o tempo e os *stocks*. Uma das bases que suporta estes efeitos é o *Just-In-Time* (JIT), que permite ter os materiais corretos na quantidade exata e no tempo certo.

Do ponto de vista logístico, a filosofia JIT tem estimulado o conceito de entrega de pequenos lotes de materiais às áreas de produção. Atualmente, inúmeras empresas adotam a metodologia de supermercados para dominar desafios rápidos e flexíveis causados pelo abastecimento interno (Savino & Mazza, 2015). O *Kanban* e o *Mizusumashi* são duas ferramentas associadas ao JIT. O sistema Kanban é ativado por ordens de encomenda e funciona como um mecanismo

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

de controlo de fluxo de material para entregar materiais na quantidade exata e no momento adequado. Para complementar este fluxo de materiais controlado pelo *Kanban*, surge o *Mizusumashi* que garante a movimentação de materiais necessária para satisfazer as ordens de encomenda e as necessidades da produção (Nomura, 2006).

Em diversos sectores, as técnicas *Lean* são aplicadas com sucesso, com o objetivo de aumentar a produtividade e de manter os custos de operações e investimentos ao mais baixo nível (Gyulai, Pfeiffer, Sobottka, & Váncza, 2013).

Com a implementação de soluções *Lean*, a redução de recursos disponíveis, no sistema produtivo, aumenta as exigências de qualidade e flexibilidade na logística interna de materiais. Um dos problemas evidenciados na implementação do *Lean Manufacturing* é a dificuldade das empresas em estruturar o processo logístico que sustenta o uso das práticas desta abordagem no sistema de abastecimento às áreas produtivas. Assim, o estudo do fluxo de materiais neste ambiente torna-se imprescindível para o sucesso de uma empresa.

O aumento da diversidade de produtos e a introdução rápida de novos modelos tornam a logística, na cadeia de abastecimentos, uma atividade mais complexa, e é precisamente nestes ambientes que tem demonstrado maior aplicabilidade e importância. Assim, define-se logística interna, em ambiente de produção, como a responsável pela eficiente entrega dos materiais, feita em maiores frequências e em menores quantidades (Marodin, Eckert, & Saurin, 2012).

De acordo com Womack and Jones (2010), o *Lean* procura implementar melhorias que tenham efeitos, diretos ou indiretos, no desempenho logístico de uma organização, e reflete a filosofia “Fazer mais com menos”. Esta abordagem foi originada com o intuito de atingir melhorias em termos económicos, tendo especial foco na redução dos desperdícios (Dahlgard & Dahlgard-Park, 2006). De acordo com a visão do *Lean Manufacturing*, os desperdícios (*Muda*) são atividades que não acrescentam valor ao produto, devendo por isso ser eliminados/reduzidos. Estes são classificados em sete tipos: sobreprodução, transporte, movimentações, inventários e *WIP (Work In Process)*, defeitos, esperas e sobreprocessamento (Ohno, 1988).

Nesta dissertação, o foco principal será a redução dos desperdícios relacionados com transportes e inventários no *shop floor*, e a concentração de todas as atividades de abastecimento interno que não acrescentam valor numa equipa logística. Estes resultados são esperados com a implementação de um sistema *Mizusumashi* no abastecimento interno da empresa sem recorrer a custos adicionais.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

O tema desta dissertação surgiu com a necessidade de melhorar o processo de abastecimento interno às áreas produtivas da C-ITA, uma vez que esta apresentava desperdícios na utilização de recursos.

1.2 Objetivos da Investigação

O projeto realizado na empresa C-ITA tem como objetivo aumentar a eficiência da logística interna nos processos de abastecimento à produção, mais concretamente às áreas de Torcedura. Este desafio deverá considerar o dimensionamento e a organização de uma equipa logística apenas com os recursos já existentes na empresa, com a missão de garantir o abastecimento eficiente à produção.

Os resultados esperados com a aplicação das medidas de melhoria são:

- Redução de custos de transporte, a partir da otimização de utilização dos equipamentos logísticos;
- Definição de um conjunto de tarefas de transporte normalizadas;
- Definição de um horário frequente de abastecimento;
- Melhoria do fluxo de informação com a implementação de uma ferramenta de transmissão de informação;
- Redução de *stocks* no *shop floor* e, conseqüentemente, redução dos custos associados.

Serão ainda apresentadas propostas de melhoria ao sistema implementado que não puderam ser aplicadas durante este projeto devido às suas necessidades de investimento financeiro.

1.3 Metodologia da Investigação

Define-se como investigação o ato de procurar algo de uma forma sistemática, com o objetivo de adquirir conhecimento. Este processo é estruturado por um plano de descrever, explicar, compreender, criticar e analisar o objeto de estudo.

Este projeto irá adotar a estratégia de “Investigação-Ação”, uma vez que se trata de uma investigação ativa gerada pelo propósito de resolver problemas reais numa empresa, implicando mudanças juntamente com as pessoas que lidam diariamente com as dificuldades encontradas (Lewis, Thornhill, & Saunders, 2007). O seu desenvolvimento envolve também a participação de professores que exercem um papel de orientadores do projeto.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Nesta estratégia existe igualmente um envolvimento de colaboradores, que permite conceber um ambiente colaborativo entre estes e o investigador. A metodologia “Investigação-Ação” adequa-se perfeitamente a este projeto de investigação, visto que é utilizada em situações reais com foco principal na resolução dos problemas associados (Pinto, 2013). O projeto baseou-se na identificação de oportunidades de melhorias e na intervenção de medidas de melhoria. A linha de condução que permitiu desenvolver a presente dissertação é apresentada nos pontos que se seguem.

a. Diagnóstico do problema

Na 1ª fase do projeto é essencial fazer uma análise profunda do processo atual de abastecimento interno e caracterizar os fluxos físicos e informacionais.

b. Revisão Bibliográfica

Após alcançar uma perceção real dos problemas existentes na empresa e de fazer o diagnóstico dos mesmos deve ser feita uma revisão de bibliográfica. Esta fase é essencial para adquirir o conhecimento necessário acerca de possíveis resoluções dos problemas identificados, a partir de estratégias adotadas noutros ambientes industriais.

c. Recolha e análise de dados

Este passo consiste em fazer um levantamento de todos os dados necessários para efetuar uma análise crítica da situação existente com base na observação, descrição e medição de especificações de tarefas.

d. Desenvolvimento e aplicação de métodos de solução

Esta é a fase que diferencia a metodologia aplicada das outras metodologias de investigação. Após as etapas de investigação, prossegue-se à ação onde são delineadas e implementadas técnicas e medidas de melhoria.

e. Testes

Após a concretização das fases anteriores deverá proceder-se a uma fase testes. Ao longo desta etapa devem ser feitas as correções necessárias de modo a satisfazer um dos princípios da filosofia *Lean* que é a melhoria contínua.

f. Escrita da Dissertação

Nesta fase é efetuada uma descrição pormenorizada do trabalho desenvolvido ao longo deste projeto de investigação. A dissertação deverá incluir toda a informação analisada, bem como as melhorias implementadas e as respetivas avaliações e conclusões.

Por fim, as perguntas de investigação que surgiram no desenvolvimento deste projeto foram as seguintes:

- Quais são os principais pontos críticos nos sistemas de abastecimento interno?
- Quais os desafios/obstáculos associados à instalação de um sistema *Mizusumashi*?
- Qual o impacto da implementação de um sistema *Mizusumashi* no abastecimento interno da C-ITA?

1.4 Estrutura da Dissertação

A primeira fase de desenvolvimento desta dissertação, presente no capítulo 2, é referente à revisão bibliográfica dos temas abordados relacionados com a problemática do abastecimento interno. No mesmo capítulo é também apresentada uma análise crítica dos argumentos investigados tendo em conta a temática envolvente. No capítulo 3 é realizada a apresentação da empresa onde foi inserido o projeto.

A descrição dos processos produtivos e dos respetivos produtos, a classificação do sistema produtivo e a descrição do sistema de abastecimento interno atual na C-ITA surgem no capítulo 4.

No capítulo 5 é exposta uma análise da empresa com o auxílio de ferramentas de diagnóstico de problemas. Com a aplicação de algumas ferramentas foi possível identificar oportunidades de melhoria e possíveis intervenções de melhoria.

Posteriormente, no capítulo 6, é apresentado um plano de implementação do *Mizusumashi* e da ferramenta *e-kanban*, tendo como referência as problemáticas abordadas no capítulo anterior.

A discussão dos resultados obtidos é efetuada no capítulo 7, com o objetivo de demonstrar as dificuldades encontradas e os efeitos da implementação do *Mizusumashi*.

No capítulo 8 são relevadas duas propostas de melhoria ao abastecimento interno. A primeira proposta é inerente à aquisição de um equipamento de comboio logístico e a segunda à

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

disposição de bobinas dentro de paletes. As duas propostas apresentam os custos e os ganhos que a sua aplicação implicaria.

Para concluir, no capítulo 9, é realizada uma reflexão de todo o projeto tendo em conta o desafio proposto e as dificuldades sentidas na implementação do projeto. No mesmo capítulo são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é efetuada a revisão bibliográfica inerente aos temas abordados na presente dissertação. Os dois grandes tópicos são a Gestão Logística e o *Lean Manufacturing*, visto que estão diretamente relacionados com o abastecimento interno, mais precisamente com a implementação de um *Mizusumashi* no espaço fabril. É realizada, posteriormente, uma análise crítica com vista a referenciar os aspetos mais importantes da revisão bibliográfica. Este capítulo apresenta também as ferramentas de diagnóstico que irão contribuir para o desenvolvimento do projeto. Por fim, é abordado o estudo dos métodos e dos tempos que é parte essencial da investigação envolvente.

2.1 Gestão Logística

À medida que o ambiente competitivo das empresas vai sofrendo alterações e trazendo consigo novas complexidades e problemas para a gestão logística, deve reconhecer-se que o impacto da logística na mudança deste ambiente pode ser considerável. Neste contexto pode dizer-se que os mercados se tornaram cada vez mais orientados, para além da variável de preço, da caução da marca, do tempo e da qualidade (Carvalho & Dias, 2004). A logística e a cadeia de abastecimento estão integradas num conjunto de atividades, representadas na Figura 1.



Figura 1 - Componentes da Logística (Adaptado de Ballou (2007))

Na Figura 1 são apresentados os recursos de entrada para o processo da Gestão Logística e os seus respetivos resultados (*Output*), bem como todas as atividades envolvidas tanto na área da Logística como na área da Gestão. O sucesso na concretização de todo o processo apresentado pode apoiar a diferenciação das empresas e permitir novas formas de competitividade sustentada. Assim, a meta da gestão logística e da cadeia de abastecimento baseia-se em reduzir o tempo de abastecimento, aumentar a sua qualidade e reduzir os custos associados (Carvalho & Dias, 2004).

2.2 Lean Manufacturing

O pensamento *Lean* foi criado no seio da indústria automóvel, no início do século passado, e rapidamente foi aplicado à generalidade das atividades empresariais. O *Lean* é um antídoto em tempos de crise, é a filosofia assente na constante eliminação do desperdício e na criação de valor para todas as partes interessadas (Roldão & Ribeiro, 2007).

De acordo com Pattanaik and Sharma (2008), o *Lean Manufacturing* tem sido cada vez mais aplicado por empresas líderes de produção automóvel em todo o mundo. Numa pesquisa recente, cerca de 36% das empresas de produção nos Estados Unidos implementaram o *Lean Manufacturing* ou estão em processo de implementação (Pattanaik & Sharma, 2008). O seu conceito central é puxar a produção (abordagem *Pull*) de modo a que o fluxo no chão de fábrica seja impulsionado pela procura de produção.

Este conceito é um meio pelo qual os processos gerais de negócios são organizados, de forma a oferecer produtos com maior variedade e qualidade superior, e com menor utilização de recursos, em relação a métodos de produção em massa (Jina, Bhattacharya, & Walton, 1997).

2.2.1 Fundamentos e Princípios

O *Lean Manufacturing* nasceu na empresa *Toyota* nos finais da 2ª Guerra Mundial, com a implementação do *Toyota Production System* (TPS). O objetivo da metodologia TPS consiste em aumentar a produtividade na produção de automóveis e reduzir os respetivos custos através da eliminação de desperdícios. A adoção do TPS distinguiu esta empresa e conduziu à sua ascensão na liderança do mercado automóvel em relação às empresas americanas (Monden, 1998).

O *Lean Manufacturing* evoluiu para uma filosofia de pensamento, o *Lean Thinking* (Roos et al., 1990), que tem como base os seguintes princípios representados no esquema da Figura 2.



Figura 2 - Os 5 Princípios do Lean Thinking (Adaptado de Womack, 2010)

A perseguição pela perfeição resulta na eliminação de todos os desperdícios, ambicionando a melhoria contínua da empresa e tornando-se parte da cultura empresarial (Maia, Alves, & Leão, 2012). A redução de variação e a eliminação de desperdícios através da utilização eficiente de espaço, pessoas, máquinas, ferramentas e materiais, são a chave para a melhoria contínua.

De acordo com Black (2007), os tipos de variação considerados incluem variação na qualidade (defeitos/milhões), variação de outputs (peças/dia), a variação no tempo de processo (peça/h), e variação no custo (custo/peça).

Ohno (1988) define desperdício como qualquer atividade que consome recursos e aumenta os custos de produção sem acrescentar valor do ponto de vista do cliente. Assim, este autor aborda 7 tipos de desperdícios que o *Lean Manufacturing* tenciona eliminar. Na Figura 3 pode verificar-se o efeito causado pelos 7 desperdícios numa empresa, que influencia tanto o aumento dos tempos de entrega, como a qualidade do produto e, principalmente, o custo do produto.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

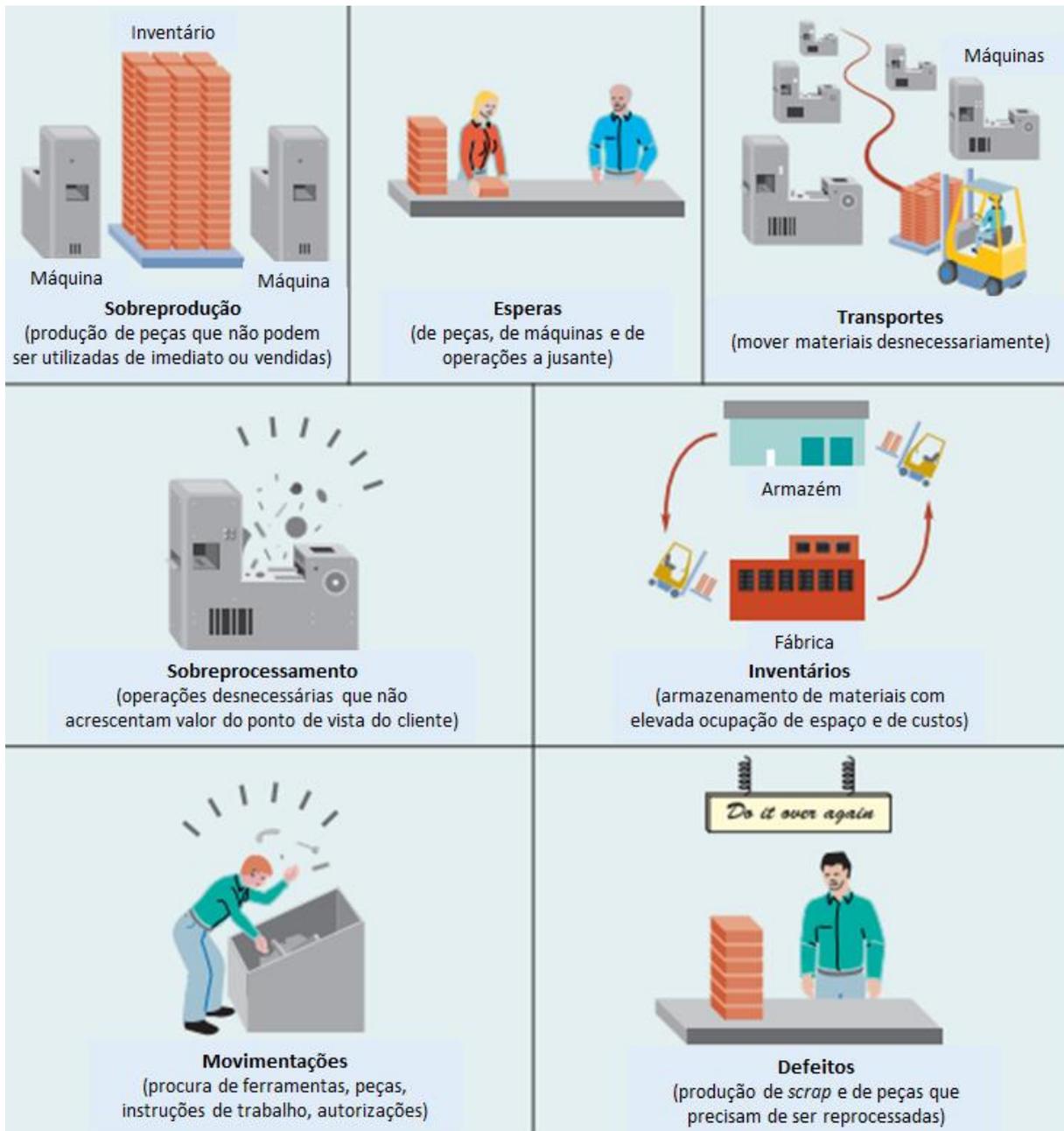


Figura 3 - Identificação dos 7 desperdícios na produção (Adaptado de Russel, 2011)

Para colocar em prática os fundamentos e princípios do TPS, surgem dois pilares necessários que apoiam este sistema de trabalho: *Just-in-Time* e *Jidoka* (ou autonomia) (Ohno, 1988).

2.2.2 *Just-in-Time*

A produção *Pull* foi popularizada principalmente pela adoção dos princípios do *Just-In-Time* (JIT). Trabalhos recentes mostram que o JIT é capaz de promover a utilização eficiente, eficaz e flexível dos recursos produtivos, reduzindo os prazos e diminuindo os tempos de atravessamento (Savino & Mazza, 2015).

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Segundo Roldão and Ribeiro (2007), o princípio básico do JIT é fornecer “a peça certa” ao “local certo” no “momento certo”. Os trabalhadores têm a responsabilidade de produzir peças com qualidade e dentro do tempo estabelecido para alimentar o posto de trabalho seguinte. Um dos resultados esperados com a aplicação da técnica JIT é obter um inventário o mais próximo possível de zero.

Assim, através da aplicação do conceito JIT é possível criar um fluxo uniforme de material ao longo do processo de produção, que consiga evitar ao máximo *buffers* intermédios. Este aspeto é válido não só dentro das unidades de produção envolvidas, como também num grau mais elevado entre as diferentes unidades na cadeia de produção (Karlsson & Norr, 1994).

Para Karlsson and Norr (1994), há um entendimento geral, na literatura, de como o JIT irá influenciar a frequência de entregas e o tamanho de contentores a transportar. A maioria dos autores parece concordar com a importância da integração do transporte com o fluxo de materiais na produção.

Um sistema de transporte bem adaptado deve contribuir para a rentabilidade total do cliente, reduzindo os custos totais, o capital retido em *stocks*, o trabalho em processamento (WIP) ou os tempos de transporte. Assim, é possível manter um nível de serviço elevado para as próprias instalações fabris da empresa e para os seus clientes. A implementação de um sistema JIT significa que as entregas em tempo útil, a precisão e a qualidade aumentam o valor do produto, do ponto de vista do comprador (Millington, Millington, & Cowburn, 1998).

2.2.3 *Total Flow Management (TFM)*

Para complementar a introdução do conceito JIT surge ainda o *Total Flow Management* (TFM). O TFM é um modelo detalhado que permite a boa execução do TPS, não só dentro de fábricas, mas também em cadeias de abastecimento. O TFM é então definido como um conceito integrado para aumentar o fluxo de processos e a eficácia (*Pull*) na totalidade de uma cadeia de abastecimento (Coimbra, 2009). Na Figura 4 está representado o fluxo deste modelo, que procura reduzir os tempos de entrega e aumentar o fluxo de processos de modo a aumentar a produtividade, reduzir os custos e aumentar a satisfação do cliente. Estes resultados são alcançados com a implementação de um sistema de abastecimento eficiente.

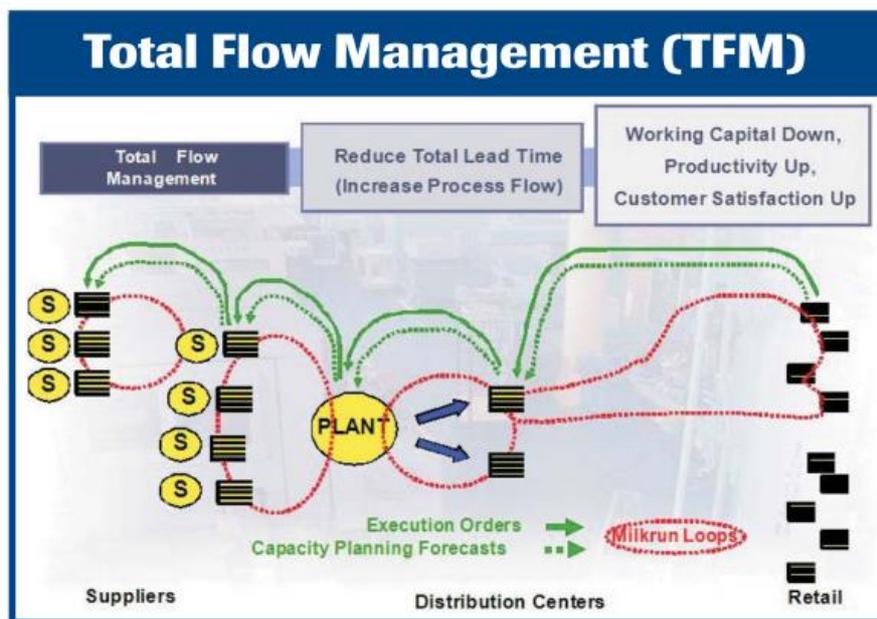


Figura 4 - Representação do modelo Total Flow Management (Coimbra, 2008)

A meta desta abordagem é a redução do tempo total de entrega das tarefas associadas à cadeia de abastecimento. De acordo com Jina et al. (1997), eliminar os desperdícios relativos a esperas, contribui para a redução dos tempos de entrega e resulta na criação de um fluxo de materiais. Os sistemas, processos e normas necessárias para criar e manter esse fluxo, exigem um elevado nível de rigor e originam resultados muito importantes em termos de: redução de custos, aumento da produtividade, aumento da qualidade e aumento do serviço e satisfação do cliente.

Estes efeitos são atingidos através da criação de um fluxo ao longo de toda a cadeia de abastecimento, a partir do cliente. Fisicamente, é necessário implementar a técnica *one piece flow* na produção, e um fluxo de contentores ou de paletes no abastecimento interno. Para acelerar este fluxo podem ser utilizados nas tarefas de transporte os conceitos *Milk Run* e *Mizusumashi*.

O TFM representa grandes oportunidades de melhoria e baseia-se no conceito de eliminação de desperdícios, tais como: inventários, sobreprodução e movimentação de materiais. Este plano abrange também a eliminação da utilização de empilhadores, substituindo-os por uma maior frequência de transportes utilizando sistemas como *Milk Run* e o *Mizusumashi*. Este modelo é composto pelos pilares representados na Figura 5, onde são diferenciados os sistemas *Mizusumashi* e *Milk Run*.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

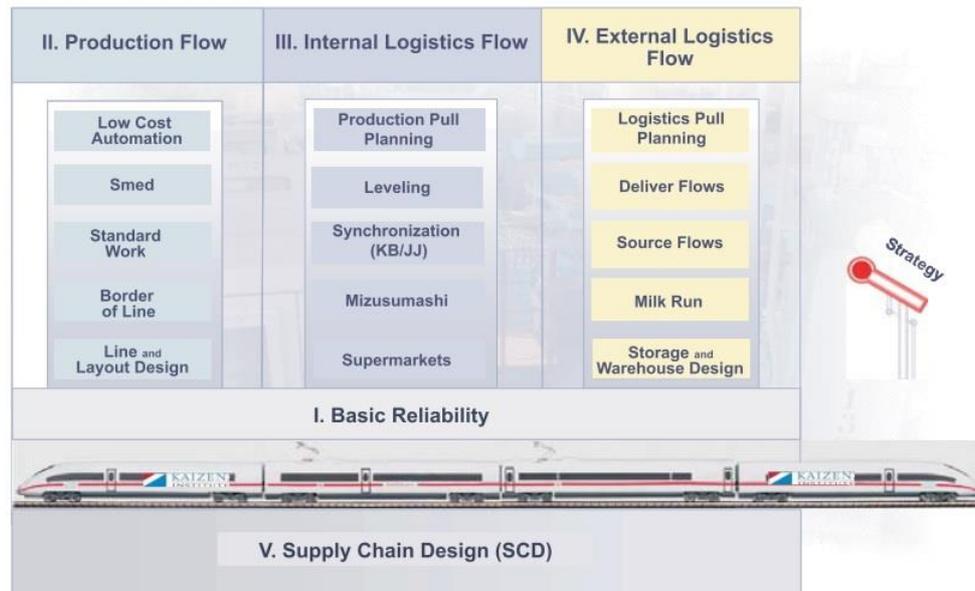


Figura 5 - Pilares do Total Flow Management (Coimbra, 2008)

Segundo Masaaki Imai, fundador do Instituto Kaizen, o fluxo é uma parte integrante do fabrico de produtos e serviços. Sempre que um bom fluxo é mantido através de um sistema completo, o processo está sob controlo. Em situações destas, caso ocorra uma anormalidade no fluxo, é fácil de detetar o problema analisando o fluxo no chão de fábrica. Esta identificação é fácil porque é visual e medidas imediatas podem ser aplicadas com o propósito de repor a normalidade. Por isso, o fundador aconselha "Vá para o *gemba* sempre que ocorra alguma anormalidade". Após estabelecer o fluxo através da ligação de processos separados, o próximo passo é minimizar o fluxo. Esta medida conduz a benefícios significativos como, por exemplo, o produto ou serviço poder ser entregue mais prontamente ao cliente, proporcionando assim uma vantagem competitiva. Uma vez que é utilizado o mínimo de recursos, tais como: mão-de-obra, materiais, serviços públicos, espaço e tempo; o custo de produção do produto ou prestação do serviço também é minimizado. Mais importante ainda, a qualidade melhora quando são utilizados menos recursos. Quando estão envolvidas menos pessoas, menos erros ocorrem (Coimbra, 2009).

2.2.4 Estratégias de reposição de materiais

A concentração do trabalho com valor não acrescentado numa só pessoa ou equipa de apoio específico aumenta a eficácia global do fluxo do processo primário. Assim, nesta secção, são apresentadas as estratégias de reposição de materiais mais utilizadas nos dias de hoje.

Segundo Miller (2010), o *Milk Run* é um exemplo de reposição de materiais com quantidade variável e tempo fixo. Isto significa que a entrega é baseada numa programação temporizada

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

independentemente do uso real. Este conceito surgiu com o homem do leite que, todas as manhãs, passa pelas casas e substitui garrafas vazias por garrafas cheias. A temporização, neste caso, é definida como uma vez por dia, mas a quantidade pode variar, se não houver garrafas vazias não são entregues garrafas cheias. O tempo fixo é utilizado no *Milk Run* quando as distâncias entre os processos tornam impraticável a entrega frequente de materiais.

Um método oposto, com quantidade fixa e intervalo de tempo variável, funciona melhor quando as distâncias de transporte são curtas e os processos estão claramente ligados por tração (não estão ligados por fluxo). A razão para o transporte com quantidade fixa funcionar melhor pode dever-se também à produção de grandes lotes.

Mesmo dentro de uma instalação onde as distâncias de transporte são relativamente curtas, a gestão de transporte de um *Milk Run* com tempo fixo pode prosperar com a ajuda de aranhas de água ou *Mizusumashi*. O *Mizusumashi* é uma técnica peculiar que se refere a uma pessoa que ajuda a manter os materiais e processos a fluir dentro de um sistema operacional *Lean*. Isto é, a respeitar o trabalho padronizado, que envolve a reposição de materiais e outras interrupções potenciais de uma linha de produção. Na Figura 6 está representado o fluxo de materiais num sistema com *Mizusumashi*.

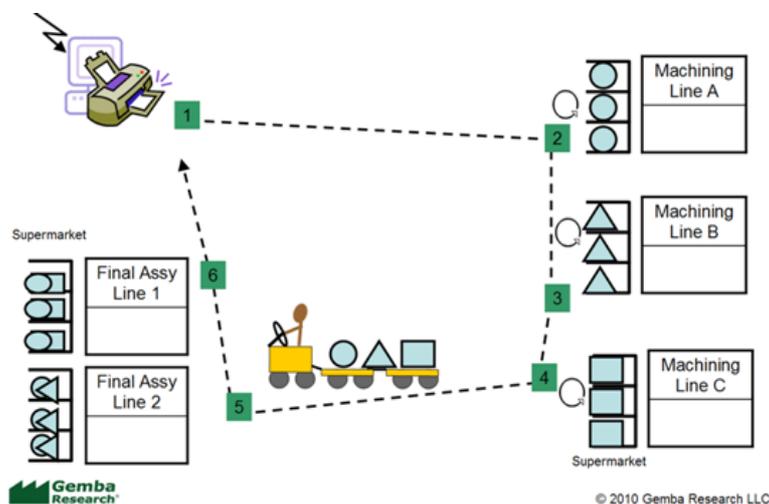


Figura 6 - Fluxo de materiais num sistema com *Mizusumashi* (Miller, 2010)

A experiência do *Mizusumashi* na gestão de movimentos, bens ou informações através do sistema de produção, torna os trabalhadores capazes de assumir mais habilidades de liderança em termos de identificação e resolução de problemas. Para tal, têm de saber o suficiente sobre todo o processo produtivo, sobre os trabalhadores e sobre como resolver problemas, pois assumem também tarefas de controlo da produção. Este cargo pode ser uma oportunidade de desenvolvimento dos trabalhadores a nível profissional. O *Mizusumashi* precisa fazer o que é

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

necessário e faz parte da sua responsabilidade possibilitar a maximização do trabalho de valor acrescentado feito por operadores na produção.

De acordo com as necessidades e disponibilidade da empresa, deve escolher-se a estratégia de reposição de materiais que apresenta maior compatibilidade. Se se tratar do abastecimento de materiais entre fábricas deve-se optar preferencialmente pelo *Milk Run*. Caso o abastecimento de materiais seja realizado entre áreas dentro da mesma fábrica deve escolher-se o *Mizusumashi*. Surge ainda o conceito “manipuladores de materiais” para abastecimentos dentro da mesma fábrica mas que não têm facilidade em definir padrões de trabalho para este tipo de tarefas (Miller, 2010).

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

2.2.5 Mizusumashi

Na Tabela 1 é apresentado um resumo da revisão da literatura realizada com abordagens de implementação de um sistema *Mizusumashi*.

Tabela 1 - Revisão bibliográfica de estudos relacionados com o Mizusumashi

Referência	Abordagens de implementação	Resultados
Hanson and Finnsgård (2014)	Utilização de comboios logísticos ao invés de empilhadores. Substituição do abastecimento tradicional com paletes por contentores de plástico.	-Redução da mão-de-obra nas áreas de produção; -Redução de inventário junto aos centros de trabalho; -Eliminação do problema de falta de capacidade do empilhador que causava tempos de entrega imprevisíveis e entregas atrasadas.
Rother (2011)	Utilização de comboios logísticos numa empresa automóvel na Alemanha. Sincronização do abastecimento com as necessidades da produção.	-Aumento da produtividade; -Redução de transportes vazios; -Redução da ocupação de equipamentos de transporte logísticos; -Redução de espaço ocupado por materiais nas áreas de produção; -Maior garantia de segurança.
Michael and Claudia (2010), citado por Alnahhal, Ridwan, and Noche (2014)	Introdução de maior frequência de entregas. Divulgação de abordagens relativas a exigências da procura, abastecimento e controlo de transportes.	-Redução de inventários junto aos centros de trabalho; -Implementação de um sistema de abastecimento mais eficiente e ecológico.
Droste and Deuse (2012)	Definição de 4 fatores com influência para a decisão de implementação de um sistema de abastecimento interno: controlo de materiais, características do armazém, meios de transporte e local onde o produto é utilizado (<i>Point of use</i>).	Fatores de decisão de implementação de um sistema organizado de abastecimento interno.
Harris, Harris, and Wilson (2004)	Plano para implementar um fluxo de materiais <i>Lean</i> .	<u>Plano de implementação:</u> 1º Desenvolver um plano de abastecimento para todos os materiais; 2º Definir um local para fazer o <i>picking</i> e o <i>loading</i> dos materiais; 3º Criar rotas de abastecimento; 4º Implementar sinais <i>Pull</i> de transmissão de informação; 5º Aplicar a melhoria contínua no sistema.

Esta técnica implica que o material apenas seja transferido para uma área de trabalho quando esta necessita de ser abastecida. Assim, o nível de inventário é reduzido, uma vez que o *stock* existente nos *buffers* de cada área de produção precisa apenas de ser coincidente com o *stock* de segurança de cada produto Gyulai et al. (2013).

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

O processo do sistema *Mizusumashi* começa com as ordens de produção e necessidades de materiais enviadas para o armazém pelo responsável da produção. De seguida, o *Mizusumashi* prepara e fornece os materiais para as áreas de produção (Ramos, Lopes, & Avila, 2013).

Este sistema pode ser comandado por uma lista de prioridades ou por um circuito fixo. Se for de acordo com uma lista de prioridades, o trabalhador entrega primeiro o pedido que estiver pendente, sem haver uma sequência de operações. Esta opção pode resultar em desperdícios associados a cargas e deslocações e numa menor eficiência do operador responsável pelo abastecimento. Caso o funcionamento do *Mizusumashi* dependa de um circuito fixo, o operador passa por vários pontos inseridos numa rota pré-definida onde verifica se há alguma necessidade a ser satisfeita (Takt, 2011).

Para uma melhor compreensão de todo o processo, a Figura 7 descreve o início do processo a ocorrer no armazém com o auxílio do sistema *Kanban*, regido pelo método JIT, e o abastecimento de materiais às áreas de produção. Cada processo opera de acordo com o fluxo de produção, e todos os trabalhadores devem tentar manter um fluxo contínuo dos produtos na empresa (Ichikawa, 2009).

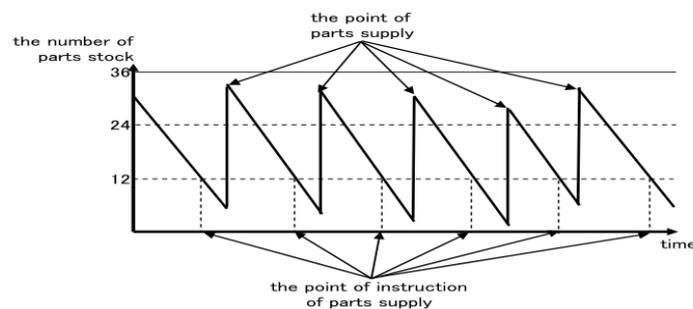


Figura 7 - Variação de stocks no shop floor num sistema Mizusumashi (Ichikawa, 2009)

De acordo com Jones, Hines, and Rich (1997), este sistema de distribuição resulta numa utilização de transporte muito maior, uma vez que a sua capacidade necessária pode ser ajustada para níveis relativamente constantes, e pode ser planeada antecipadamente em casos de picos de utilização. Assim, os custos extra de remessas de emergência, que são predominantes, podem ser reduzidos.

A entrega de materiais com maior frequência permite ao produtor reduzir os níveis globais de *stock* para mais da metade durante a realização de uma gama ampla de produtos. Libertar espaço pode ser razão suficiente para adotar o *Mizusumashi*. Um dos papéis fundamentais para o responsável de produção é nivelar o fluxo de trabalho e manter um plano de trabalho em serviço regular em sintonia com o armazém (Jones et al., 1997).

2.2.6 Kanban

Entre as diversas ferramentas de gestão de produção dos sistemas industriais com base na filosofia do *Lean Manufacturing*, o *Kanban* é das mais utilizadas nos dias de hoje em ambientes fabris.

A palavra *Kanban* é de origem japonesa e tem como significado etiqueta/cartão. Esta técnica foi criada no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, por Taiichi Ohno, na *Toyota Motor Company* nos anos 50, e foi inspirada no funcionamento do sistema americano de supermercados (Liker, 2005).

O *Kanban* foi criado com o intuito de colmatar dois dos 7 principais desperdícios já mencionados, a sobreprodução e o excesso de *stocks*. De acordo com Courtois, Martin-Bonnefois, Pillet, and Costa (1997), esta ferramenta surge com os seguintes objetivos:

- Produzir/entregar apenas o produto pretendido pelo cliente;
- Produzir/entregar no momento em que o produto é encomendado;
- Produzir/entregar a quantidade encomendada.

Esta é uma abordagem relacionada com sistemas de informação que permite transmitir rapidamente as necessidades de jusante para montante de acordo com um sistema de produção *Pull* baseado no conceito JIT (Courtois et al., 1997). Os principais tipos de *Kanban* utilizados na indústria são: *Kanban* específico, *Kanban* genérico e *Kanban* eletrónico.

a) *Kanban* específico

Na Figura 8 pode verificar-se com detalhe o funcionamento e o fluxo gerado pela utilização da ferramenta *Kanban*.

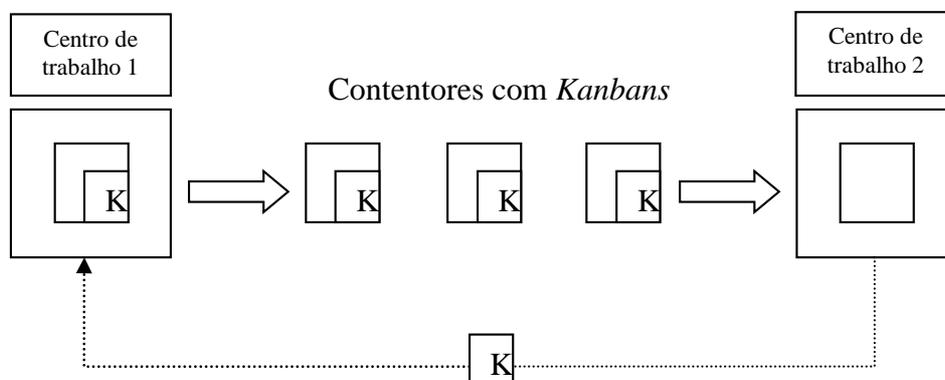


Figura 8 - Fluxo da transmissão de informação a partir de Kanbans específicos

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

A etiqueta do *Kanban* específico deve conter as seguintes informações:

- Referência da peça produzida;
- Capacidade do contentor;
- Indicação do posto a montante e do posto a jusante.

A prioridade de produção deste sistema é controlada a partir da quantidade armazenada de cada produto e do respetivo número de *Kanbans* (Courtois et al., 1997).

b) *Kanban* genérico

Os *Kanbans* genéricos são usados para controlar o WIP de um sistema em ambiente dinâmico. Um sistema a funcionar com *Kanban* genérico fornece um número fixo de *Kanbans* a cada estação de trabalho. Estes *Kanbans* podem ser adquiridos por qualquer tipo de produto no sistema. Uma ordem de produção só pode ser feita se um *Kanban* estiver disponível na estação de trabalho. Caso contrário, a produção da mesma estação tem de esperar por um *Kanban*.

Assim, o nível de WIP e o tempo de entrega na produção estão dependentes do número de *Kanbans* existentes no sistema (Chang & Yih, 1994).

c) *Kanban* eletrónico

O *Kanban* eletrónico (ou *e-Kanban*) usufrui da tecnologia de computadores e de informações para o gerir o seu funcionamento. A melhoria da eficiência de transmissão de informação e processamento, tornou-se um método simples e eficaz em muitas empresas para alcançar o método JIT na produção. No entanto, apenas o nivelamento da produção pode originar o nivelamento das ordens de pedidos. Neste sentido, o *Kanban* eletrónico é também chamado de pedido eletrónico (Li-fang, Fan-Sen, Yu-chun, Shao-zhong, & Jing-hua, 2012).

Os benefícios da implementação do *Kanban* eletrónico num sistema produtivo são a redução das etapas gerais no processo de trabalho, dos prazos de entrega, dos *Kanban* em circulação, da quantidade de materiais, da área de armazenamento intermédio e dos custos de inventário (Jarupathirun, Ciganek, Chotiwankeawmanee, & Kerdpitak, 2009). A comunicação na produção a partir de sistemas informáticos contribui para a redução do lead time e, conseqüentemente, a rapidez deste processo ajuda também a reduzir despesas logísticas relacionadas com inventários, transportes e armazenamento (Stock & Lambert, 2001).

2.2.7 Análise Crítica

Na revisão da literatura efetuada constatou-se que a maioria dos artigos que se refere ao abastecimento de áreas produtivas, utiliza essencialmente o termo *Milk Run*, mesmo quando se trata de abastecimentos dentro da mesma fábrica. No entanto, nesta investigação, foi possível identificar o conceito *Mizusumashi* e diferencia-lo do sistema de abastecimento mais abordado, o *Milk Run*. Para além disso, verificou-se que, embora existam alguns artigos que descrevem a implementação de sistemas *Mizusumashi*, não se encontram artigos que descrevem esta implementação em indústrias de processo, como as do ramo têxtil de produção de tecidos. Comprovou-se ainda que a implementação da ferramenta *e-Kanban* torna-se a solução mais viável nos dias de hoje, pois permite uma transmissão de informação quase imediata. A existência de meios de comunicação que permitem a transferência de informação mais rápida pode contribuir para a diminuição do tempo de entrega.

Posto isto, na Tabela 2 são apresentadas as vantagens e desvantagens encontradas na implementação de um sistema de fluxo de materiais, combinado com o *Mizusumashi* e *Kanbans*.

Tabela 2 – Prós e contras de um sistema combinado com Mizusumashi e Kanbans

Vantagens	Desvantagens
Concentração das atividades de transporte de materiais que não acrescentam valor ao produto num só operador.	Maior exigência intelectual do operador responsável pelo abastecimento, visto que assume tarefas de controlo de materiais.
Maior rapidez na transmissão de informação com o auxílio de <i>Kanbans</i> .	Tempo despendido no manuseio e controlo de <i>Kanbans</i> .
Tempo de entrega de materiais, mais previsível.	Exige maior concentração de todos os operadores envolvidos no fluxo de materiais.
Maior organização do <i>shop floor</i> e, por consequência, maior rastreabilidade de materiais.	Relutância por parte dos operadores em implementar sistemas que envolvem maior uso de tecnologias.
Redução do espaço ocupado por materiais no <i>shop floor</i> .	-

Na revisão bibliográfica efetuada, verificou-se que é possível implementar as abordagens analisadas com o auxílio de empilhadores. No entanto, este equipamento traz algumas limitações que podem ser colmatadas pela introdução de um comboio logístico. Sempre que

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

um material é movimentado a empresa sujeita-se a um custo associado e como este tipo de atividade não acrescenta valor ao produto, deve reduzir-se ao máximo e concentrar a sua execução num só operador. Assim, na Tabela 3 é feita uma comparação da utilização de um comboio logístico e de empilhadores.

Tabela 3 - Comparação entre a utilização de um comboio logístico e de empilhadores

Comboio Logístico	Empilhador
Facilita maiores frequências de entrega.	Não é adequado para o fluxo de itens repetível entre os mesmos locais.
Menor deterioração do piso devido a uma melhor distribuição do peso pelas plataformas do comboio.	Entrega desorganizada de materiais ao <i>shop floor</i> que, posteriormente, dificulta o rastreio de materiais nas áreas de produção.
Mais prático e intuitivo para o utilizador do equipamento.	Difícil de manobrar com paletes.
<i>Pickings</i> e <i>Loadings</i> mais rápidos e simples.	Apresenta maior risco de danificação de materiais.
Capacidade para transportar maior quantidade de materiais.	Necessita de realizar mais viagens para entregar maiores quantidades de materiais.

A análise realizada na Tabela 3 é também essencial para complementar a melhoria contínua do fluxo de materiais com utilização de um sistema *Mizusumashi* e de *Kanbans*.

2.3 Ferramentas de diagnóstico

Os problemas são muitas vezes causados por falhas de coordenação e pela tendência de realizar ações isoladas. Para eliminar os desperdícios relativos a estes obstáculos, é necessário analisar a globalidade das operações do processo produtivo global (Suzaki, 2010).

Assim, neste capítulo serão apresentadas as ferramentas de diagnóstico utilizadas na presente dissertação para identificar problemas.

2.3.1 Value Stream Mapping (VSM)

Os conceitos e definições originais dadas por Shook and Rother (2003) sobre o mapeamento do fluxo de valor (VSM), demonstraram que é necessário mapear os fluxos de valor tanto a nível interno como a nível externo da empresa. O fluxo de valor refere-se às especificidades da empresa que agregam valor ao produto ou serviço em causa. Assim, o principal objetivo do

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

VSM é diferenciar as atividades que acrescentam valor das que não acrescentam valor no sistema de produção de uma empresa.

Segundo Singh and Sharma (2009), o VSM faz a conexão entre as pessoas, ferramentas, processos e até mesmo entre os requisitos de transmissão de informação, de forma a atingir as metas da produção *Lean*.

Esta é uma ferramenta simples e eficaz que facilita a gestão, a engenharia e as operações a identificar desperdícios e a rastrear as suas causas, possibilitando assim a implementação de melhorias que visem a eliminação desses mesmos desperdícios (Pinto, 2013).

De acordo com Shook and Rother (2003), a aplicação desta metodologia compreende as seguintes etapas:

- a) Identificar a família de produtos a analisar;
- b) Construir o mapa do fluxo de valor do estado atual;
- c) Construir o mapa do fluxo de valor do estado futuro;
- d) Estabelecer o plano de implementação de propostas de melhoria.

Para construir o mapa do estado atual deve respeitar-se as seguintes regras:

1. Os dados variáveis são referentes a um só dia;
2. Tem de ser efetuado a partir de observação direta;
3. Desenhar no mapa apenas as atividades identificadas como principais;
4. Considerar os pontos de inventário, transporte, dados do cliente e fornecedores;
5. Considerar o número de operadores intervenientes nas atividades;
6. Identificar o fluxo de informação;
7. Incluir no mapa os principais elementos: lead time, tempos de processamento, tempos de *setup*, transportes, distâncias percorridas e WIP entre os processos de produção;
8. O mapa deve ser validado pelos intervenientes;
9. O resultado obtido deve representar o percurso do produto através do processo.

Após obter o VSM atual poderá proceder-se à sua análise e à identificação dos desperdícios existentes que influenciarão a tomada de decisões sobre as intervenções de melhoria a implementar, com o objetivo de eliminar os desperdícios. As propostas de melhoria devem ser representadas num VSM do estado futuro de modo a demonstrar os possíveis ganhos. Por fim, deve ser efetuada a atualização do VSM do estado futuro com as medidas implementadas, bem como um balanceamento dos resultados obtidos.

2.3.2 Diagrama *Ishikawa*

O diagrama de *Ishikawa* é uma das 7 ferramentas tradicionais de qualidade e fornece uma análise bastante poderosa. Normalmente é utilizada em processos de *brainstorming* para a resolução de problemas e permite examinar as possíveis causas de um efeito (Pinto, 2013).

De acordo com Junior (2010), este diagrama pode ser construído com o auxílio dos seguintes passos:

1. Determinar o problema a ser estudado (identificação do efeito);
2. Expor as possíveis causas e introduzi-las no diagrama;
3. Construir o diagrama de acordo com as causas “6M” (mão-de-obra, método, matéria-prima, medida, máquina e meio-ambiente);
4. Identificar as verdadeiras causas;
5. Proceder à intervenção de medidas de melhoria.

2.3.3 5 Porquês (5W)

O resultado esperado da aplicação desta técnica é encontrar e perceber o motivo que origina os desperdícios para que depois sejam apontadas soluções de melhoria. Segundo Pinto (2013), o procedimento a seguir para implementar a metodologia dos “5 Porquês” é o seguinte:

1. Identificar o problema;
2. Perguntar “Porque é que aconteceu?”;
3. Para cada uma das causas identificadas, perguntar novamente “Porque é que aconteceu?”;
4. Repetir cinco vezes os passos 2 e 3. No final obter-se-á a causa-raiz;
5. Identificar a solução e as contramedidas para resolver a causa-raiz.

A aplicação dos 5W é muito simples e permite identificar problemas nas empresas que necessitam apenas de soluções fáceis e acessíveis de implementar.

2.3.4 Análise de *Layouts*

A arrumação e a organização do posto de trabalho estão diretamente relacionadas com a obtenção de disciplina na produção. Se, por exemplo, o controlo da produção, manutenção, controlo de qualidade ou *layout*, não forem bem executados, os problemas vão facilmente ser interpretados como fraca arrumação e postos de trabalho desorganizados. Por outro lado, uma boa arrumação e organização do posto de trabalho podem resultar num melhor cumprimento

do planeamento, menos avarias de máquinas, percentagens mais baixas de defeitos e rápida exposição de áreas problemáticas (Roldão & Ribeiro, 2007).

A conceção inapropriada de um *layout* fabril pode dar origem a desperdícios na produção se este não transparecer um fluxo de materiais claro e lógico. Para Suzaki (2010) o desperdício associado ao *layout* orientado por processos pode ser significativo, e por isso o impacto da intervenção de medidas de melhoria do layout no desempenho de uma empresa pode ser considerável.

Para seguir os processos de produção pode ser necessário percorrer várias vezes, fisicamente, o chão de fábrica. Assim, os desperdícios associados a *layouts* podem ser:

- Dificuldade na coordenação e planeamento da produção;
- Dificuldade em definir prioridades do trabalho;
- Desperdício de transporte;
- Acumulação de matéria-prima e de WIP;
- Manuseamento desnecessário de materiais;
- *Lead times* longos;
- Dificuldade no rastreio de materiais;
- Dificuldade na implementação de *standards* devido ao fraco fluxo de materiais e de informação.

2.4 Estudo dos métodos e dos tempos

Um dos grandes pilares deste projeto é o estudo dos tempos, pois auxiliou a determinar as necessidades do abastecimento interno da empresa. No entanto, para realizar a medição dos tempos com rigor, é também necessário fazer um estudo adequado dos métodos. De acordo com Roldão and Ribeiro (2007), o conhecimento dos tempos de trabalho, por atividade ou posto de trabalho, é um elemento importante, pois através desse conhecimento poder-se-á:

- Avaliar o desempenho dos operadores;
- Planear as necessidades em força de trabalho;
- Determinar a capacidade disponível;
- Determinar o preço/custo de um produto;
- Comparar métodos de trabalho;
- Programar as operações.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

O estudo dos métodos de uma operação ou atividade que precede o estudo dos tempos tem como objetivo torna-la eficaz, cómoda e motivadora, pelo que deverá recorrer-se ao aperfeiçoamento dos métodos e processos e à sua eventual mecanização. Porém, deve-se considerar as variações de esforço exigidas pelas diferentes tarefas identificadas e, conseqüentemente, a necessidade de reservar algum tempo para recuperar da fadiga.

Assim, a tarefa a ser medida deve ser compreendida para além do trabalho físico, isto é, também se deve considerar o tempo de inação ou de descanso necessário para o trabalhador se recuperar do esforço despendido e o tempo necessário para satisfazer outras necessidades pessoais.

Segundo Arezes and Costa (2003), o estudo dos tempos é uma técnica de medida do trabalho por observação direta e intensiva. A aplicação deste método baseia-se no registo dos tempos, considerando as condições envolventes da operação a estudar, na análise dos dados recolhidos e na obtenção do tempo de execução a um nível de rendimento bem definido. A execução da medição de tempos deve ser feita a partir da cronometragem.

De acordo com Levine (1997), existem alguns pré-requisitos fundamentais que devem ser seguidos para alcançar o sucesso num estudo dos tempos, e estes são:

- O método de estudo de tempos a aplicar deve ser previamente ponderado e escolhido adequadamente;
- A medição de tempos deve ser explicada e consentida pelos supervisores e trabalhadores da empresa;
- Os objetivos do estudo devem ser bem definidos antes de proceder à prática;
- A tarefa a analisar deve ser feita por trabalhadores experientes e motivados;
- Após a obtenção dos tempos devem ser atribuídas as tolerâncias e correções de acordo com o ambiente envolvente da tarefa.

Ainda se pode afirmar que o tempo observado no momento da execução de uma tarefa por um trabalhador poderá não ser compatível com o de outros trabalhadores a realizar a mesma tarefa (uns operadores são mais rápidos que outros). Portanto, este fator também deve ser avaliado na determinação dos tempos padrão (Roldão & Ribeiro, 2007).

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a empresa onde foi desenvolvido o projeto da dissertação de mestrado. Assim, são abordados os seguintes tópicos: descrição do grupo em que a empresa está inserida e da própria empresa, áreas de mercado envolventes, estrutura organizacional da empresa, CBS (*Continental Business System*) e organização fabril da Continental – Indústria Têxtil do Ave.

3.1 Grupo Continental

A Continental AG foi fundada em Hannover (Alemanha) em outubro de 1871, onde inicialmente produzia artefactos de borracha flexível, pneus maciços para carruagens e pneus para bicicletas.

Em 1898, iniciou a produção de pneus lisos para automóveis. Desde então, o grupo Continental acompanhou a evolução da indústria automóvel com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamentos para a melhoria de pneumáticos.

Em 2007, a Continental comprou a *Siemens VDO Automotive AG* e alcançou assim o top dos cinco maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel, desenvolvendo a sua posição na Europa, na América do Norte e na Ásia.

O Grupo Continental é especialista na produção de sistemas de travagem, controlos dinâmicos para viaturas, tecnologias de transmissão de potência, sistemas eletrónicos e sensores. Para além da indústria automóvel, esta empresa também se dedica ao fabrico de maquinaria para a indústria de mobiliário, impressão e mineira.

A Continental atingiu um volume de vendas de 26 000 milhões de euros em 2010 e tornou-se um dos maiores fornecedores de peças automóveis a nível mundial. Como fornecedor de inúmeros produtos inovadores ligados ao ramo automóvel, a Continental contribui para maior segurança na condução de veículos.

O grupo tem aproximadamente 182 000 colaboradores e trabalha em 49 países e em cerca de 200 locais diferentes (Continental, 2011).

3.2 Áreas de Negócio

O grupo Continental abrange as seguintes áreas de negócio: *Chassis & Safety*, *Powertrain*, *Interior*, pneus de passageiros e de comerciais ligeiros, *Commercial Vehicle Tires* e *Contitech* (Continental, 2011).

Em Portugal, o Grupo Continental é constituído por cinco empresas:

- Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A.
- Continental Pneus (Portugal) S.A.
- Continental - Indústria Têxtil do Ave S.A.
- Continental Lemmerz (Portugal) – Componentes para Automóveis, Lda.
- Continental Teves Portugal – Sistemas de Travagem, Lda.

3.3 Continental - Indústria Têxtil do Ave S.A

Este projeto foi desenvolvido na Continental - Indústria Têxtil do Ave S.A (C-ITA). A Indústria Têxtil do Ave foi fundada em 1948, em Lousado, e iniciou a sua atividade como produtora de artigos têxteis para a indústria de borracha em 1950. Nesta fase inicial a empresa denominava-se por INTEX e produzia telas de algodão para fabrico dos pneus da Mabor.

Em 1958 a principal matéria-prima (MP) na construção de pneus deixou de ser o algodão e passou a ser o rayon de alta tenacidade, levando a INTEX à sua primeira grande mudança tecnológica. Este avanço implicava um acabamento final nos tecidos de rayon (*dip and dry*) para garantir a adesão aos compostos de borracha.

Em 1962/1963 foram introduzidas novas matérias-primas, nomeadamente a poliamida (nylon) de alta tenacidade, como base dos tecidos de reforço para a construção de pneus.

Na década de 70/80 a INTEX conduziu um projeto ambicioso de inovação tecnológica e aumento da capacidade produtiva da fábrica que envolveu, entre outras medidas, a renovação das áreas de Torcedura e a instalação de uma segunda máquina de impregnar.

No final da década de 90 iniciou-se um novo ciclo de investimento, com vista à modernização das áreas de Torcedura, Tecelagem e Impregnação. Esta melhoria aumentou significativamente a capacidade de produção para 14000 toneladas/ano.

O ano de 2008 representou outro marco histórico para esta empresa, foi instalada a máquina de impregnar *Single End* para produzir Cabo Impregnado.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Em 2012, a C-ITA apostou num novo produto acabado, as Malhas. Este projeto das Malhas resultou da combinação de duas empresas do Grupo Continental: a C-ITA e a *Contitech*, que é produtora de materiais de revestimento sintético para interiores de automóveis.

Esta nova área de produção provocou, por um lado, um aumento da dimensão do Grupo Continental e, por outro lado, permitiu à *Contitech* uma maior segurança no fornecimento e um controlo mais efetivo, do ponto de vista tecnológico, de custos e de produção de tecidos. O conceito é inovador, tendo em vista a melhoria da uniformidade de qualidade dos tecidos, a eficiência e eficácia do processo.

Atualmente, a C-ITA tem uma área total de 52329 m² dos quais 30153 m² são de área coberta, tem 187 colaboradores permanentes e tem uma produção de 14000 toneladas/ano de produtos finais. A Figura 9 é inerente à atual fábrica da C-ITA.



Figura 9 - Vista aérea da fábrica Continental ITA

Em 2014, a C-ITA teve o melhor ano desde a sua existência com um volume de vendas de 76 milhões de euros e prepara-se para superar este resultado em 2015.

3.4 CBS (*Continental Business System*)

O CBS é uma filosofia de gestão que contribui para o aumento da eficiência de operações e ajuda a moldar os comportamentos no local de trabalho. Esta estratégia combina processos de controlo e padrões de organização com as ferramentas de *Lean Manufacturing*, resultando em sinergias significativas. Como se pode verificar na Figura 10, o CBS atua sobre as áreas da produção, logística, desenvolvimento do produto, fornecedores, vendas e clientes, sendo uma das principais influências da mudança cultural da Continental (ContiMaborOnline, 2010).



Figura 10 - Organização do CBS (ContiMaborOnline, 2010)

Os principais benefícios gerados pela aplicação do CBS são:

- Para os Clientes: Zero defeitos, 100% na performance de entregas e preços competitivos.
- Para os Fornecedores: Parcerias de longo prazo e um desempenho confiável e estável durante o fluxo de valor.
- Para a Empresa: Aumento de tarefas de valor acrescentado, redução de desperdícios, maior qualidade dos produtos, maior flexibilidade e menor tempo de resposta a mudanças no mercado.
- Para os colaboradores: Maior motivação, trabalho mais fácil graças a melhoria de processos, melhores condições de segurança e higiene do trabalho.

Na C-ITA, a gestão e aplicação do CBS está ao encargo do Departamento de Engenharia Industrial.

3.5 Estrutura Organizacional da Empresa

O desenvolvimento da presente dissertação foi inserido no âmbito do Departamento de Engenharia Industrial. Na Figura 11 está representada a organização funcional da empresa.

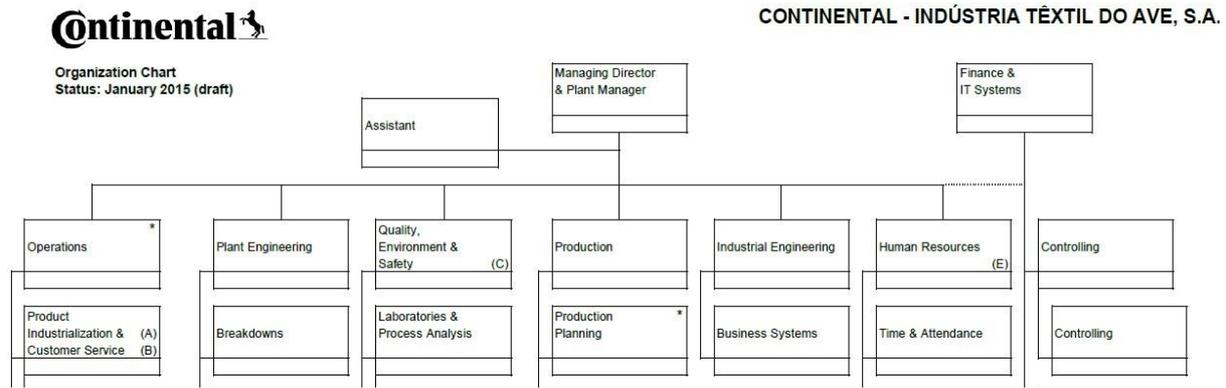


Figura 11 - Excerto do Organigrama da C-ITA

As principais atividades/responsabilidades do Departamento da Engenharia Industrial são:

- Administração:
 - Dar apoio à administração em projetos estratégicos, relativamente a *layouts*, investimentos, capacidades e processos;
 - Fazer estudos sobre atividades produtivas e logísticas;
 - Fazer a coordenação do CBS na empresa.
- Departamento da Produção:
 - Discutir necessidades de otimização e propor possíveis melhorias;
 - Analisar propostas de melhoria de processos produtivos (novos ou já existentes);
 - Fornecer informações em termos de eficiência, produtividade e pessoas;
 - Discutir informações resultantes de estudos sobre os processos produtivos;
 - Fornecer e discutir informação relativa ao planeamento da produção.
- Departamento da Engenharia:
 - Discutir alterações, implementar equipamentos e analisar os respetivos impactos;
 - Discutir a viabilidade de possíveis investimentos.
- Logística e Operações:
 - Receber e analisar informação relativa a encomendas de clientes.
- Controlling:
 - Participar na preparação de orçamentos relativamente a volumes da produção, equipas de trabalho e investimentos.
 - Fornecer informações sobre poupanças, consumos de compostos e outros produtos.
 - Fornecer mensalmente volumes de produção previstos e o número de dias a trabalhar.

3.6 Organização Fabril

Atualmente, a fábrica é constituída por 2 pisos, 6 áreas de produção e 1 armazém. Na Figura 12 e na Figura 13 estão representados os *layouts* fabris da C-ITA-

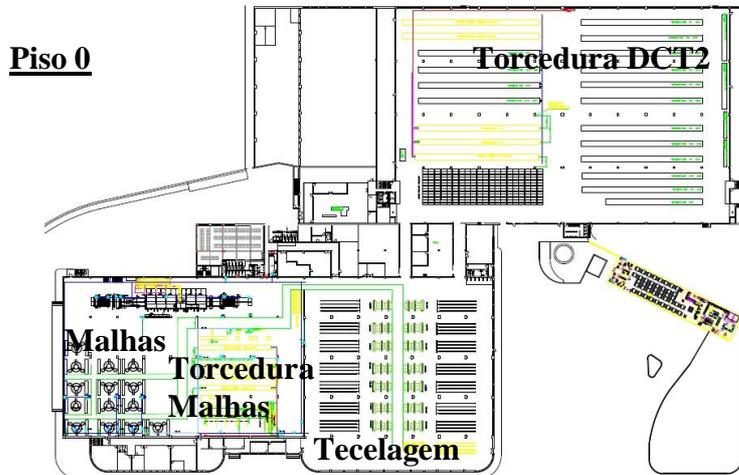


Figura 12 - Layout do Piso 0 da C-ITA

Na Figura 12 está representado o piso 0 do espaço fabril da C-ITA, onde se encontram 2 áreas de Torcedura. A Figura 13 é inerente ao piso -1 que é constituído por outras duas áreas de Torcedura e pelo armazém.



Figura 13 -Layout do Piso -1 da C-ITA

Em suma, existem 4 áreas de Torcedura constituídas por 6 tipos de máquinas de torcedores, 1 área de Tecelagem com 2 tipos de teares e 2 áreas de Impregnação, das quais uma é destinada à produção de Tecido Impregnado e outra de Cabo Impregnado. O projeto dará maior ênfase às áreas de Torcedura pois são as áreas que representam o maior consumo de matérias-primas.

4. CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO DA C-ITA

Uma empresa define-se pela sua organização e pela especificidade dos produtos que fabrica. A caracterização do sistema produtivo da empresa é uma condição prévia indispensável para qualquer projeto de implementação ou melhoria de um sistema de gestão da produção (Courtois et al., 1997). Neste capítulo são apresentados:

- Os produtos e os respetivos processos produtivos;
- A classificação dos sistemas produtivos;
- A descrição do sistema atual de abastecimento interno.

4.1 Produtos e Processos Produtivos

A C-ITA produz três tipos de produto acabado: rolos de Tecido Impregnado, bobinas de Cabo Impregnado e Malhas termofixadas. Para o fabrico destes produtos a fábrica tem como principais matérias-primas o rayon, nylon, poliéster e aramida. De seguida são explicados os processos produtivos de cada produto acabado.

4.1.1 Tecido Impregnado

Na Figura 14 estão representadas as três fases do processo produtivo referente ao Tecido Impregnado.

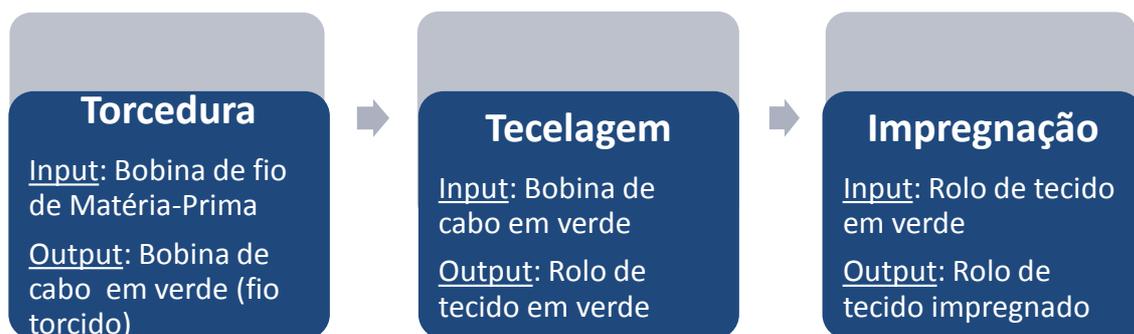


Figura 14 - Processo Produtivo do Tecido Impregnado

A primeira etapa deste processo produtivo é feita nos torcedores. A C-ITA dispõe de 6 tipos de torcedores. Esta variedade deve-se à necessidade de atender às diferentes especificações do semiacabado (Cabo em Verde) a produzir, tais como, tipo de torção (Z ou S), velocidade de rotação (RPM), torção por metro (TPM), metragem e tipo de MP a utilizar.

Cada torcedor é constituído por 2 lados (Figura 15 (a)) e cada lado tem entre 36 a 78 fusos, dependendo do tipo de torcedor. Um fuso é formado por uma esquinadeira na parte de cima e

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

um pote na parte de baixo, cada uma destas partes consome bobinas de fio, como se pode ver na Figura 15 (b).

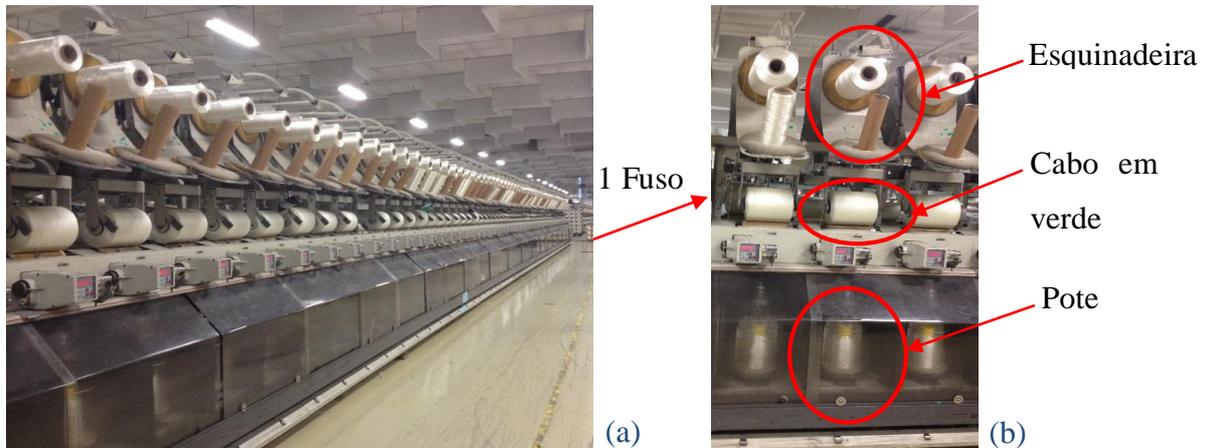


Figura 15 - Vista geral do lado de um torcedor (a), detalhe de um torcedor (b)

Nesta fase, a torção do fio de MP da esquinadeira com o fio MP do pote, dá origem a Cabo em Verde. A alimentação de bobinas MP nos torcedores gera desperdícios e operações com valor não acrescentado ao produto. A diversidade de dimensões (altura e diâmetro) das bobinas MP leva à necessidade de introduzir um outro processo, a bobinagem. Este processo acontece principalmente porque certas bobinas são demasiado grandes para caber no pote dos torcedores.

Este processo é feito nas bobinadeiras (Figura 16) onde é introduzida uma bobina de fio MP inteira na parte de baixo (pote) e um tubo vazio na parte de cima. A ponta da bobina MP inteira é atada ao tubo vazio e o resultado final será duas bobinas com as mesmas dimensões.

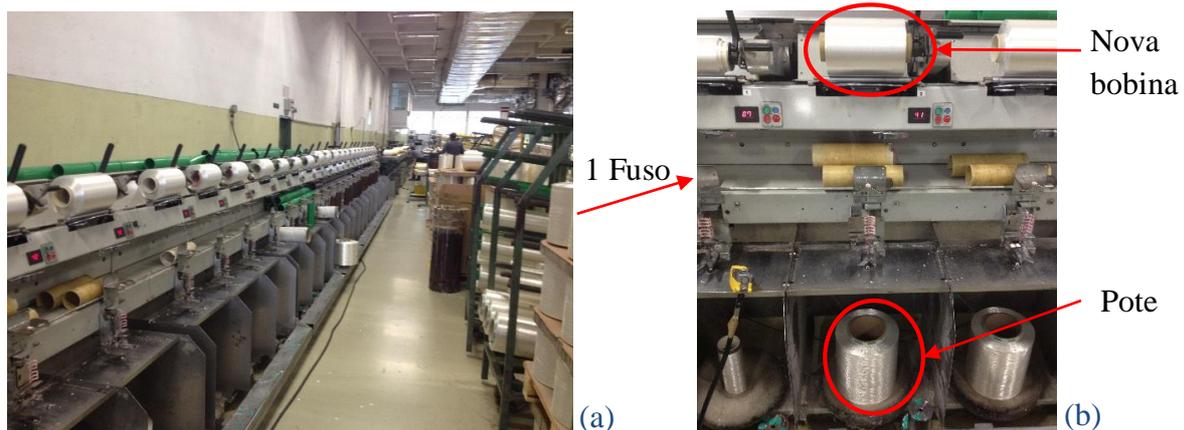


Figura 16 - Estrutura de uma bobinadeira (a) e detalhe de um fuso da bobinadeira (b)

A bobinagem serve também para reaproveitar as pontas das bobinas de fio MP, que são os desperdícios do processo da Torcedura (Figura 17). Para tal, cada pote dos fuso das

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

bobinadeiras é abastecido com bobinas de pontas até ser possível obter uma nova bobina com a dimensão ideal para entrar nos torcedores.



Figura 17 - Bobinas de pontas

A segunda fase ocorre na Tecelagem. Neste processo produtivo (ver Figura 18) os carros de esquinadeira são colocados atrás dos teares. Geralmente, são necessários 23 carros de esquinadeira por tear (cada carro é constituído por 72 bobinas de Cabo em Verde).

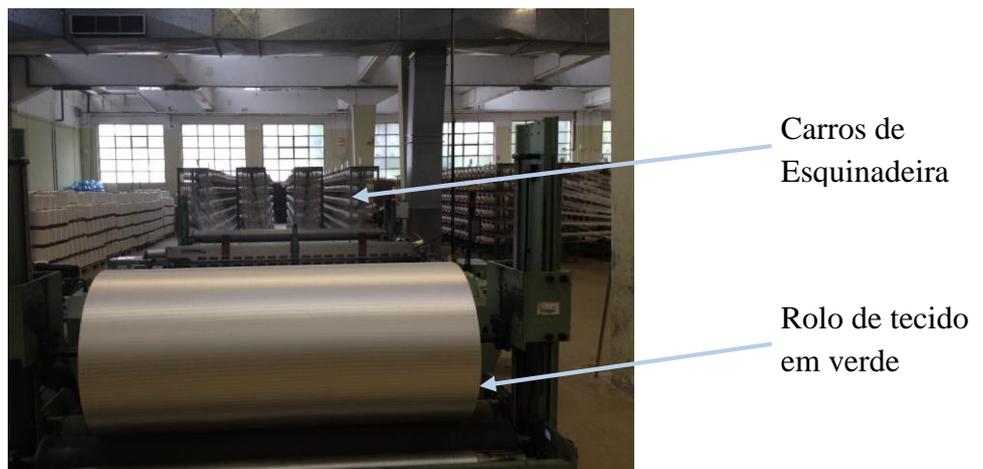


Figura 18 - Processo Produtivo da Tecelagem

Os mesmos carros de esquinadeira permitem produzir um jogo, que por norma é constituído por 13 rolos de Tecido em Verde. O número de rolos a tecer está dependente do tamanho inicial das bobinas de cabo.

As bobinas de Cabo em Verde são alinhadas uma a uma no tear (esta tarefa é designada por fiação) de forma a produzir o rolo de Tecido em Verde, este alinhamento é denominado de teia. A parte lateral do tear é alimentada por uma bobina MP que origina a trama do tecido (consultar Figura 19).

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

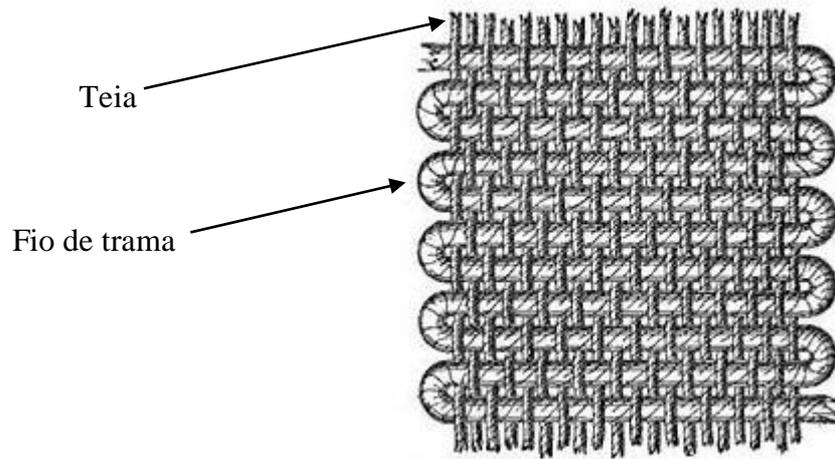


Figura 19 - Estrutura do tecido

Por último, o rolo de Tecido em Verde segue para a máquina de impregnar. O propósito deste processo é melhorar as propriedades mecânicas do tecido e adquirir novas propriedades químicas. Geralmente, após introduzir o rolo na máquina, este é sujeito a um ou dois banhos químicos (depende do tipo de MP), passa pelas estufas a altas temperaturas e finalmente, forma outro rolo, sendo esse o produto final. Na Figura 20 e na Figura 21 pode verificar-se parte do processo de impregnação.



Figura 20 - Tecido a passar pela máquina de impregnar



Figura 21 - Saída do tecido impregnado

Na Figura 20 pode verificar-se a entrada do Tecido em Verde na máquina de impregnar, e na Figura 21 está apresentada a parte final da máquina com o produto final, o Tecido Impregnado.

4.1.2 Cabo Impregnado

Como se pode verificar na Figura 22, o processo produtivo do Cabo Impregnado é semelhante ao do Tecido Impregnado.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

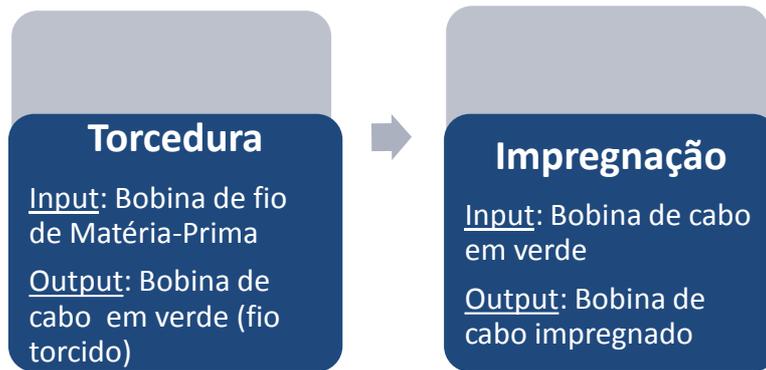


Figura 22 - Processo Produtivo do Cabo Impregnado

Neste caso, o Cabo em Verde não passa pela Tecelagem. Após o processo da Torcedura, o Cabo em Verde entra diretamente na máquina de impregnação *Single End* (Figura 23), que tal como no processo produtivo do Tecido Impregnado, emprega novas propriedades químicas ao cabo e melhora as suas propriedades mecânicas.

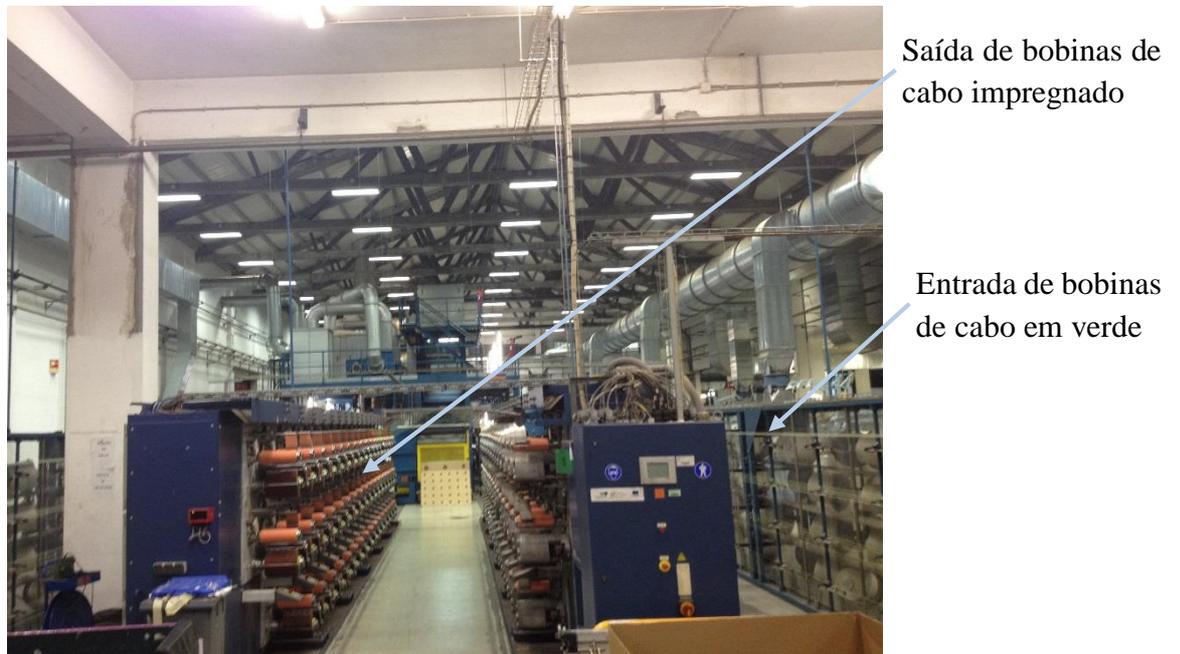


Figura 23 - Single End - Máquina de impregnar cabo

4.1.3 Malhas Termofixadas

O processo produtivo das Malhas tem apenas duas fases: a tricotagem e o acabamento da malha na Râmula (consultar Figura 24).

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

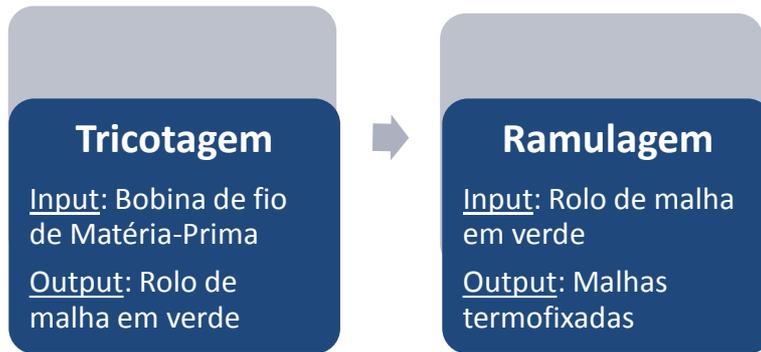


Figura 24 - Processo Produtivo das Malhas

No processo de tricotagem (representado na Figura 25), os teares circulares são alimentados por bobinas MP (cerca de 90 bobinas). Esta máquina produz uma espécie de “manga” que passa diretamente por um abridor que corta a “manga”, e gera assim um rolo de malha em verde.

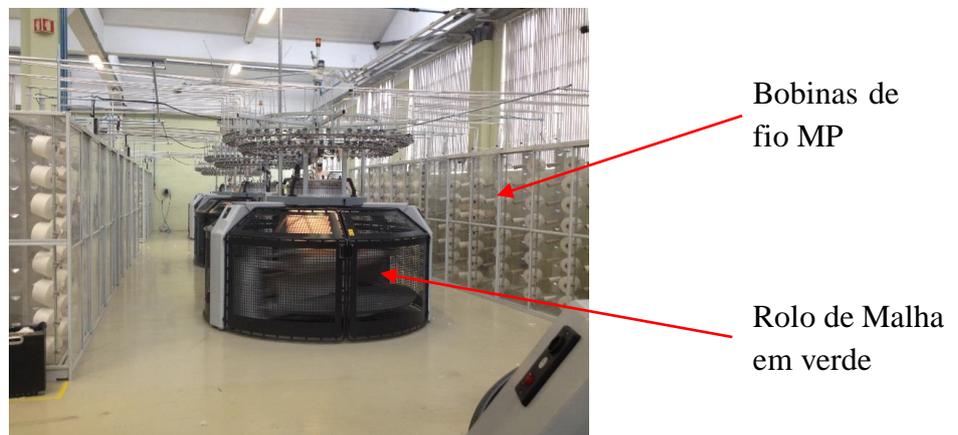


Figura 25 - Teares circulares

A última fase do processo é realizada na Râmula (ver Figura 26), onde ocorre o processo de termofixação.



Figura 26 - Entrada da malha em verde na Râmula

Esta fase permite conferir ao tecido estabilidade dimensional, de acordo com as especificações e exigências do cliente.

4.2 Classificação do Sistema Produtivo

O desenvolvimento de uma abordagem sistemática por parte das empresas permite fazer uma classificação dos sistemas de produção, baseada no processo produtivo. Definir uma empresa como um sistema de operações, que envolve elementos de entrada, de processamento e de saída, permite determinar uma tipologia dos sistemas de produção com destaque no processo operacional da empresa.

Nesta secção procedeu-se à determinação da tipologia do sistema de produção da C-ITA para que, posteriormente, seja possível fazer a seleção dos métodos de gestão da produção mais adequados a este tipo de indústria. Os parâmetros de relevo são apresentados de seguida.

4.2.1 Continuidade do fluxo de produção

Esta classificação facilita a escolha do tipo de tarefas em análise e a seleção das técnicas e ferramentas mais adequadas para programar a produção. Uma vez que a produção na C-ITA ocorre 24h por dia e 7 dias por semana, e processa grandes quantidades de produto, esta tem um fluxo de produção contínuo.

A produção contínua baseia-se no processamento de grandes quantidades de um produto ou de uma família de produtos, e possui máquinas e instalações dedicadas ao produto a fabricar.

Neste tipo de produção é essencial dar atenção ao equilíbrio da produção de cada máquina, para evitar estrangulamentos e tornar o escoamento dos produtos mais fluído. Exige a realização de manutenções preventivas das máquinas para evitar a paragem total da fábrica (Courtois et al., 1997).

4.2.2 Quantidade e diversidade dos produtos

A organização dos sistemas de produção apresenta grande dependência da natureza e do volume de produtos que o sistema deve produzir. Na empresa, apesar de existirem diferentes variantes nos produtos verifica-se a produção em massa. A Figura 27 serviu para auxiliar na identificação deste parâmetro.

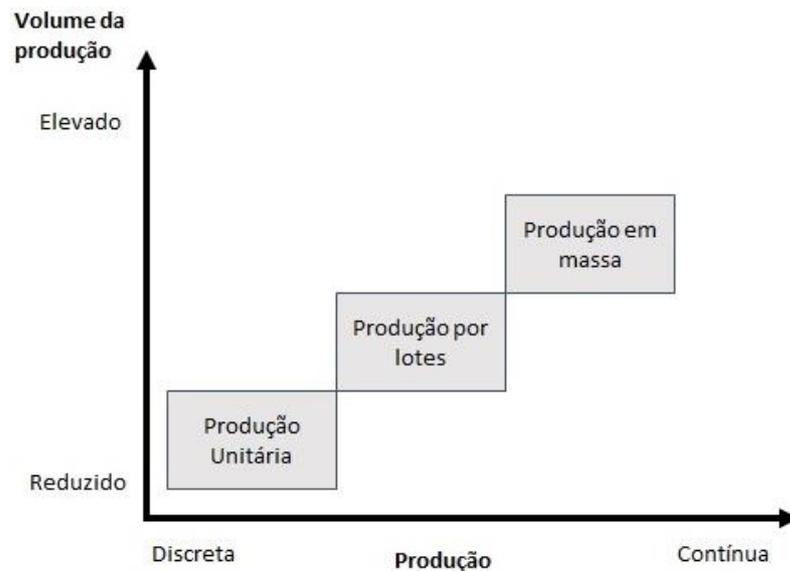


Figura 27 - Classificação da quantidade de Produtos

A produção em massa está associada a operações essencialmente repetitivas e amplamente previsíveis. Este tipo de processos produz em elevada quantidade e baixa variedade de artigos (Fusco, 2007).

4.2.3 Modo de satisfação da procura

Uma parte da produção da C-ITA é baseada em previsões da procura associadas às definições de tendências e expectativas de consumo. No entanto, a maioria das ordens de produção são lançadas após receber as encomendas realizadas por parte dos clientes, logo trata-se de produção por encomenda.

Nestes casos, o produto pode ser adaptado ao pedido do cliente, criando assim exclusividade do produto final. Este tipo de produção é utilizada para evitar o excesso de *stock* de produto acabado e, conseqüentemente, reduzir os encargos financeiros associados.

4.2.4 Implantação

A implantação ou *layout* de um sistema produtivo é a forma como os equipamentos, espaços para armazenamento e corredores de circulação, estão dispostos no espaço da fábrica. Essa disposição é normalmente influenciada pela relação entre a quantidade produzida e a variedade de produtos (Silva, 2011).

A C-ITA reflete uma implantação de oficina funcional uma vez que se verifica o agrupamento de equipamentos similares por áreas. A principal vantagem deste sistema é a flexibilidade em produzir uma grande variedade de artigos.

4.3 Descrição do sistema de abastecimento interno

No início do projeto, verificou-se que o abastecimento interno de materiais às áreas de produção da C-ITA era efetuado uma vez por dia e realizado com base na experiência dos operadores responsáveis por esta atividade. No início da manhã era entregue no armazém, uma lista com a requisição de MP, para que o operador responsável pelo abastecimento de MP realizasse esta tarefa entre as 8h e as 14h. Durante este período, a MP entregue era suficiente para o dia inteiro e até mesmo para dias seguintes.

Este operador de armazém trabalhava num horário das 8h às 17h, de segunda a sexta-feira. A definição deste horário causava restrições na realização do abastecimento interno visto que durante o fim-de-semana e nos turnos fora do seu horário o operador não estava disponível para o fazer. Assim, às sextas-feiras havia um pico na entrega de MP para evitar roturas de *stock* no chão de fábrica durante o fim-de-semana. Também às segundas-feiras havia uma maior entrega de MP de modo a compensar a falta de abastecimento no fim-de-semana.

Um fator relevante no abastecimento interno é a forma de como este é feito fisicamente. O operador do armazém faz a distribuição de MP com o auxílio de um empilhador. Quando abastece as áreas de produção do piso 0, necessita recorrer adicionalmente a um monta-cargas. Este equipamento limita o transporte de 4 paletes de cada vez e obriga o operador a subir escadas para acompanhar o transporte da MP. Para este processo são necessários dois empilhadores, um no piso -1 (no armazém) para colocar as paletes de MP no monta-cargas, e outro no piso 0 para distribuir a MP.

Em suma, neste capítulo foi possível definir os pontos-chave do funcionamento da empresa bem como a respetiva tipologia dos sistemas de produção. Por conseguinte, no capítulo 5, será feita uma análise de diagnóstico de acordo com as características relativas à C-ITA. No capítulo 6 são apresentadas as intervenções de melhoria que mais se adequaram a este tipo de indústria.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

5. ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO ÀS ÁREAS DE TORCEDURA

Este capítulo baseia-se na modelização do sistema físico das áreas de Torcedura a partir de informações recolhidas para evidenciar oportunidades de melhoria. São ainda identificados os problemas associados ao abastecimento interno com o auxílio de ferramentas de diagnóstico.

5.1 Recolha de dados

A principal proposta deste projeto é a melhoria do sistema de abastecimento interno à fábrica. Mediante o tema exposto, foi efetuada uma análise ao histórico da produção e um levantamento intensivo de todas as tarefas de transporte que envolvem fluxo de materiais e atividades logísticas. Parte dos dados estudados foram rastreados a partir de bases de dados extraídas do SAP e fornecidas pela empresa. Os restantes dados foram recolhidos, na fase inicial deste projeto, a partir de observação direta. Numa fase posterior foram construídas bases de dados com o objetivo de conciliar apenas os dados necessários de forma intuitiva.

Na Tabela 4 está apresentado um resumo da análise realizada ao histórico da produção da empresa relativamente ao ano 2014.

Tabela 4 - Artigos mais produzidos em 2014

Artigo	Artigo mais produzido	Quantidade Produzida em ton (Média mensal)
Cabo em Verde	00400001003	216,4
Tecido em Verde	00500000034	122,7
Tecido Impregnado	R0649701AL	111,7
Cabo Impregnado	R0669302AZ	102,8
Malha em Verde	00531801740	28,6
Malha com acabamento final	F914000180	22,8

Os valores presentes na Tabela 4 serviram como base para os estudos apresentados ao longo desta dissertação, uma vez que se referem aos itens com maior relevo para a produção da C-ITA.

Após a recolha, organização e compreensão dos dados relativos à produção, foi realizada a identificação de todas as tarefas de transporte de materiais. Para tal foi definido o seguinte procedimento para caracterizar cada tarefa:

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

- Área onde a tarefa foi observada;
- Designação da tarefa;
- Descrição detalhada da tarefa;
- Ponto inicial e final da tarefa;
- Tipo de equipamento de transporte utilizado, se necessário;
- Capacidade do equipamento de transporte ou do operador.

Posteriormente, procedeu-se à medição de tempos das tarefas de transporte caracterizadas. As observações foram realizadas, de preferência, em situações regulares, isto é, próximo do que acontece todos os dias e com operadores que dominavam a operação em observação. De forma a atingir valores coerentes e próximos da realidade, foram considerados e adicionados alguns fatores de correção aos tempos de cada tarefa. Os fatores com influência na medição de tempos efetuada foram os seguintes:

- Esforço físico e mental;
- Monotonia;
- Condições Térmicas;
- Condições de Ruído;
- Condições Vibratórias.

Com a obtenção destes dados foi possível criar um mapeamento das tarefas de movimentação de materiais associadas à produção do artigo R0649701AL, como se pode ver na Figura 28. A escolha deste artigo foi baseada nos resultados da Tabela 4.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

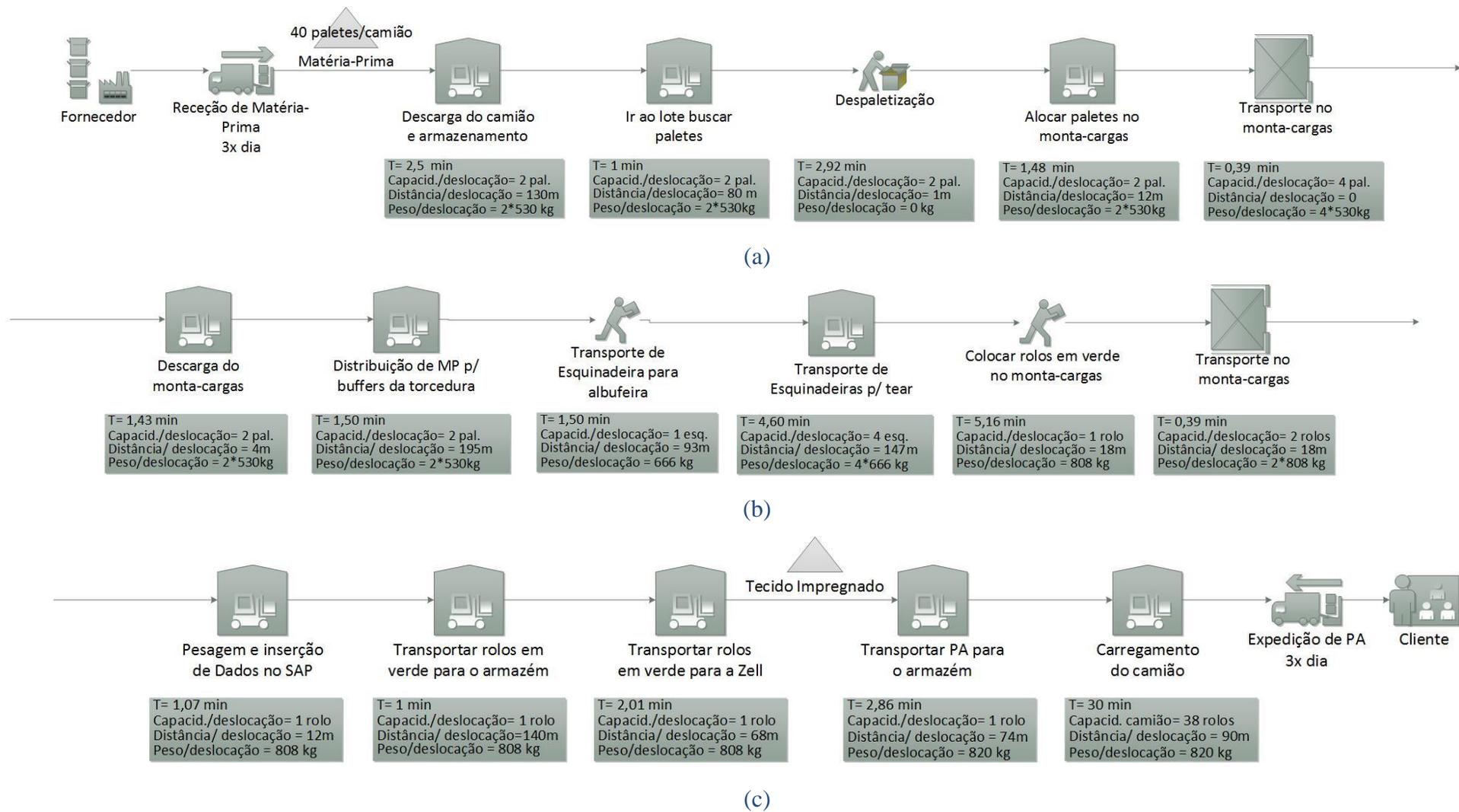


Figura 28 - Fluxograma de tarefas de movimentação de materiais do artigo R0649701AL

5.2 Aplicação de ferramentas de diagnóstico

O desenvolvimento de uma compreensão global e o diagnóstico adequado da situação inicial da empresa são essenciais para definir prioridades no que diz respeito à intervenção de medidas de melhoria. Nesta secção são apresentadas as ferramentas de diagnóstico utilizadas, que serviram de base para a construção do plano de implementação de melhoria ao abastecimento interno apresentado no capítulo 6. No Anexo I - Análise SWOT é apresentada uma análise SWOT que reforça o diagnóstico efetuado nesta secção.

5.2.1 Value Stream Mapping (VSM)

De modo a estudar o fluxo de materiais da C-ITA procedeu-se à realização de um VSM. Esta ferramenta tem como resultado facultar uma visão global do sistema produtivo e diferenciar as atividades que acrescentam valor das que não acrescentam valor ao produto.

Neste projeto não será explorada a construção de um VSM do futuro pois o objetivo da aplicação desta ferramenta para a presente dissertação é, somente, identificar os desperdícios encontrados no fluxo de materiais e informação.

A escolha da família de artigos foi fundamentada no estudo exposto na Tabela 4, sendo esta inerente ao artigo R0649701AL. O fluxograma da Figura 28 foi um elemento imprescindível para o desenvolvimento do VSM atual pois apresenta o fluxo completo da família de artigos selecionada para análise. A partir do fluxograma foi possível extrair dados relativos ao fluxo de informação, pontos de inventário, tempos de transporte e distâncias percorridas. Para desenhar o mapa relativo às atividades principais do sistema produtivo, foi necessário fazer, num só dia, a contagem do WIP presente em toda a fábrica e dos operadores intervenientes nas atividades. Para complementar, de acordo com as bases de dados construídas (como se referiu na secção 5.1), foi possível inserir no VSM os tempos de processamento e de *setup* referentes ao artigo R0649701AL. Por fim, o resultado obtido foi apresentado e validado pelo Departamento da Engenharia Industrial. Na Figura 29 está representado o VSM desenvolvido.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

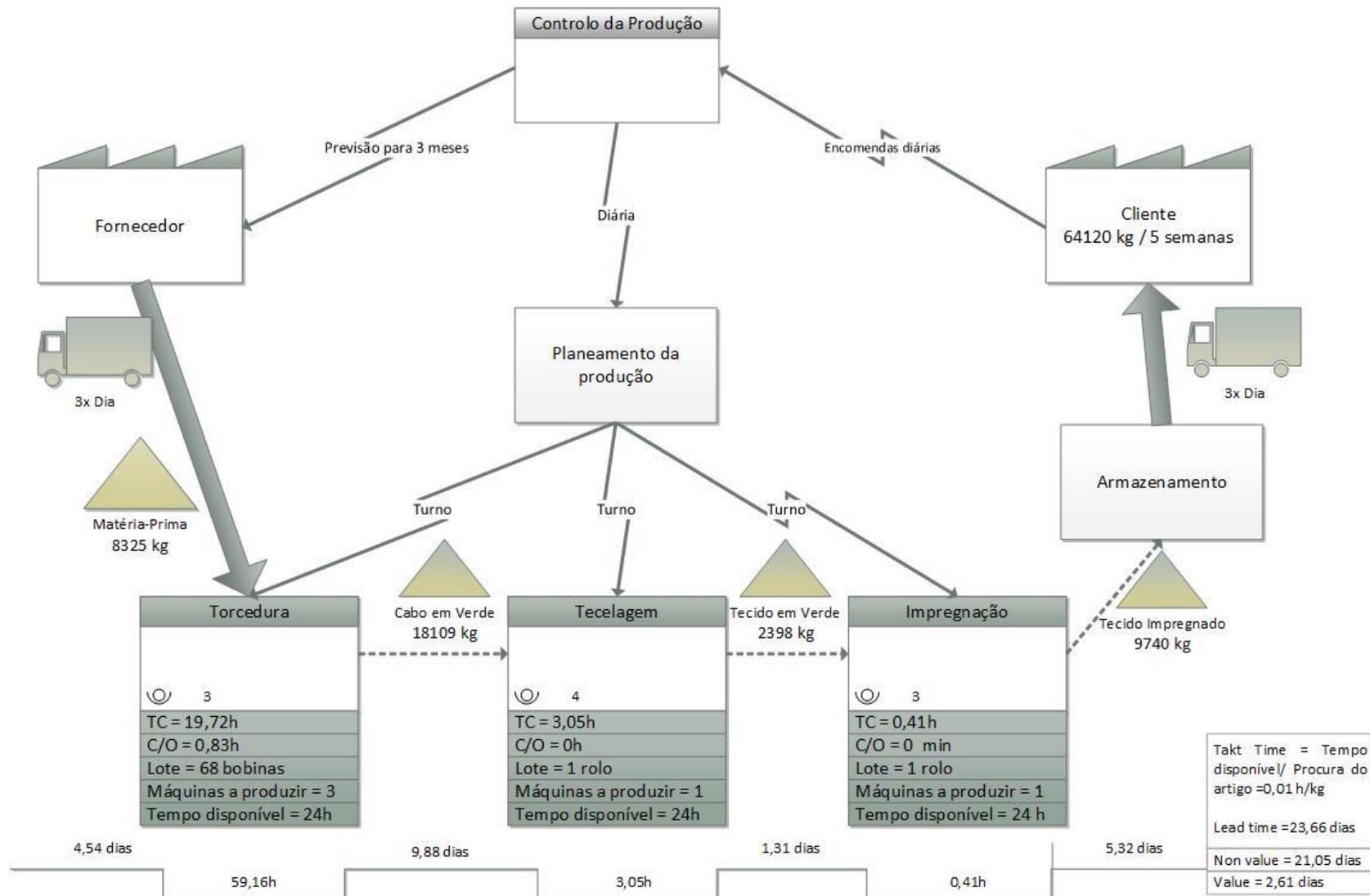


Figura 29 - VSM relativo ao artigo R0649701AL

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

O *lead time* de produção e tempo de valor agregado foi anotado no mapa do estado atual. A linha de tempo na parte inferior do VSM é constituída por dois componentes. O primeiro componente é o *lead time* de produção e o segundo componente é inerente ao tempo de processamento de valor agregado. O tempo de valor agregado é calculado pela soma do tempo de processamento para cada processo no fluxo de valor. O tempo de ciclo para cada um é o tempo de ciclo médio, que foi determinado através de dados reais fornecidos pela empresa.

O tempo associado às ações que acrescentam valor ao produto é de 2,61 dias e o tempo das operações que não acrescentam valor ao produto é 21,05 dias. Estes valores revelam que grande parte do *lead time* de produção é relativo a atividades que não acrescentam valor e está associado ao WIP da MP e do Cabo em Verde. Verifica-se ainda que a área de Tecelagem é o *bottleneck* do sistema de produção da C-ITA. Assim sendo, reside uma oportunidade de melhoria nas atividades relativas à movimentação e armazenamento de materiais entre as diferentes áreas.

5.2.2 Diagrama Ishikawa

Com o objetivo de examinar o problema de abastecimento interno e identificar os fatores que afetam a sua eficiência procedeu-se à construção de um diagrama Espinha de Peixe (*Ishikawa*). Esta ferramenta dá uma imagem geral das principais causas do problema de abastecimento interno, facilitando assim posteriormente a identificação mais detalhada da raiz do problema. O diagrama terá influência, numa fase posterior, na otimização do processo de desenvolvimento de soluções face ao problema identificado. Na Figura 30 está representado o diagrama elaborado.

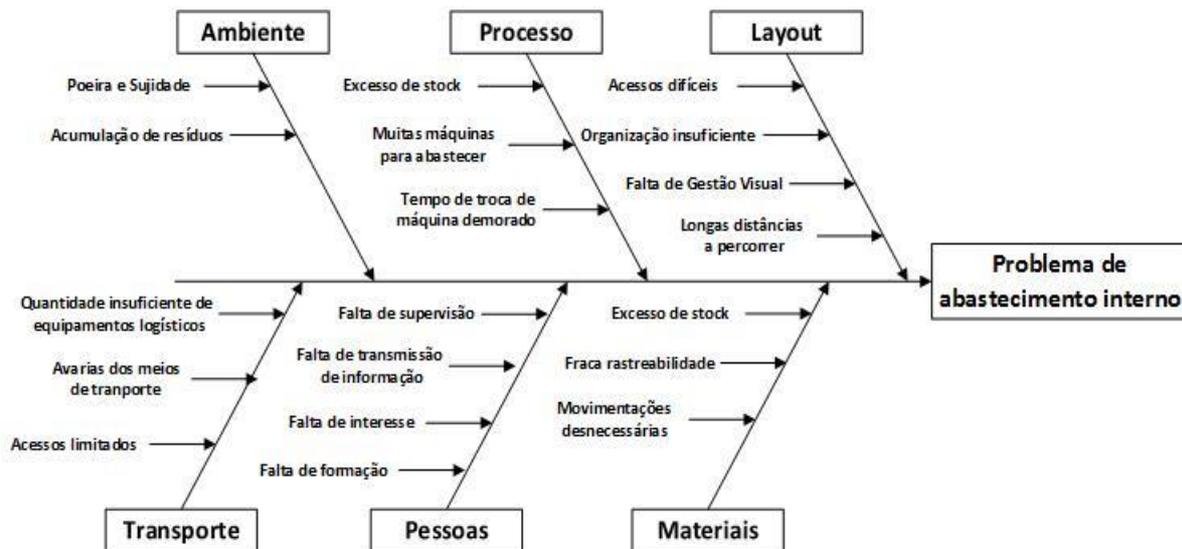


Figura 30 - Diagrama Ishikawa relativo ao problema de abastecimento interno

Após a análise do diagrama espinha de peixe, verificou-se que uma das causas mais significativas é o excesso de *stock* no *shop floor*. Para além do excesso de *stock*, constatou-se que os acessos difíceis/limitados e a falta de formação e de interesse dos operadores são pontos críticos neste estudo. A primeira causa é gerada pela atividade explicada na secção 4.3, e seria difícil de eliminar ou de corrigir visto que é ao nível da construção da fábrica. No ponto de vista da empresa, a fraca rastreabilidade de materiais é das causas mais agravantes no problema de abastecimento interno.

5.2.3 Os 5 Porquês (5W)

Com o objetivo de rastrear a causa-raiz da problemática mais significativa, o excesso de *stocks* no *shop floor*, recorreu-se à aplicação da ferramenta “5 Porquês”, como se pode verificar na Tabela 5.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Tabela 5 – Os “5 Porquês” do excesso de stock no shop floor

Passo	Razão ou motivo para existir excesso de stock	Porquê?
1	É necessário acumular MP na área dos torcedores para abastecer as máquinas.	Porquê?
2	Porque nem sempre é possível determinar se vai haver tempo para carregar máquinas, só é definido no decorrer do turno.	Porque não fazem as requisições de acordo com a disponibilidade dos operadores?
3	A MP é requisitada no início de cada dia, sem ter em conta períodos de entrega	Porque não determinam mais períodos de entrega?
4	Como só existe um operador para esta atividade o período é o correspondente à sua disponibilidade	Porque é que só há um operador responsável?
Causa-raiz	A distribuição de MP funciona num esquema de turnos fixos.	

Como já foi referido, a tarefa de abastecimento é efetuada apenas de segunda a sexta-feira das 8h às 14h, e a produção da C-ITA opera 24h por dia em 7 dias por semana. Assim, o abastecimento interno era realizado de forma excessiva e de uma só vez, para que não fosse necessário repetir a distribuição de MP várias vezes ao dia.

Uma possível solução para resolver este problema poderia passar pela implementação de um sistema puxado ditado pelo JIT aplicado ao abastecimento interno.

5.2.4 Análise do *layout* da área de Torcedura DCT2

Nesta secção é apresentada uma análise do *layout* da área que mais consome MP, a Torcedura DCT2. O propósito desta análise é identificar os problemas associados à gestão do espaço ocupado pela MP no *shop floor*. Na Figura 31 está representado o *layout* fabril da área em estudo inerente à situação inicial deste projeto.

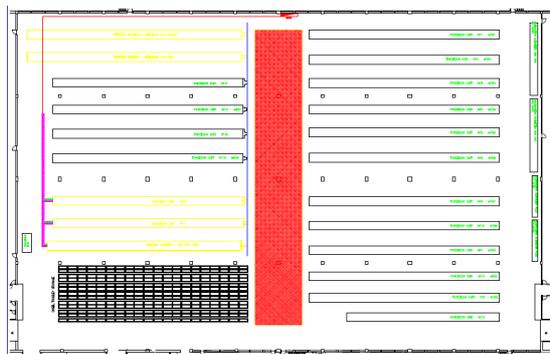


Figura 31 – Layout da área de Torcedura DCT2

A área representada pelo retângulo vermelho corresponde à área destinada, inicialmente, à ocupação de paletes de MP, com uma área de 246 m².

Na área de Torcedura DTC2, não existiam zonas definidas para a arrumação de paletes de MP, o que resultava numa disposição desorganizada das mesmas e de resíduos de MP (paletes vazias, plásticos, separadores de cartão, caixas de cartão e tubos vazios). Esta disposição de materiais causava transportes desnecessários por parte dos operadores da produção caso a MP estivesse longe da máquina onde iria ser consumida. Verificou-se ainda que a desorganização provocada pelo abastecimento interno gerava tarefas de arrumação desnecessárias, que podiam ser evitadas caso a distribuição de MP fosse feita desde início de forma ordeira.

Também se constatou que por vezes se tornava difícil rastrear a MP. Este aspeto era resultante da entrega excessiva de MP no *shop floor* e da falta de organização do espaço fabril. A partir do momento que a MP é enviada para a produção, a localização da mesma é atualizada no SAP, passando do armazém de MP para a produção. Com a alteração da localização no sistema deixa de se ter conhecimento do local exato onde a MP se encontra.

Outro ponto crítico identificado é o acesso limitado entre o armazém e a área de Torcedura DCT2. O transporte de MP para o *shop floor* envolve a utilização de um monta-cargas para passar do piso -1, onde se encontra o armazém, para o piso 0, onde se encontra a Torcedura DCT2. Este elevador industrial tem apenas uma capacidade para 4 paletes, aumentando assim o tempo de entrega da MP.

5.3 Solução face aos problemas

Numa primeira análise superficial, foi possível identificar na C-ITA os seguintes pontos críticos: falta de normalização dos processos de logística interna, em particular, dos processos de abastecimento às áreas de produção, e desorganização das áreas produtivas causada pelo excesso de MP no *shop floor*.

Após a aplicação das ferramentas de diagnóstico, verificou-se: definição de horários de entrega e recolha de material não coincidente com as necessidades exatas da produção; ausência de rotas de transporte normalizadas; falta de meios de transmissão de informação; dispersão das tarefas relacionadas com movimentação de materiais; falta de sincronização da produção com o abastecimento dos materiais às áreas produtivas; falta de controlo dos *buffers* nas áreas produtivas (fraca rastreabilidade de MP). Este último ponto abordado é umas das maiores preocupações a ter em conta. A C-ITA recebe grandes quantidades de MP diariamente, no

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

entanto, enquanto esta se encontra em armazém está à consignação. Assim, quanto mais controlada for a MP que passa para as áreas produtivas, menores vão ser os custos desnecessários associados a *stocks*. Relacionado com este ponto crítico surge também o problema da ocupação excessiva de espaço destinado ao inventário intermédio no *shop floor* que conseqüentemente, limita a capacidade de expansão da área de produção.

Por fim, para reduzir os desperdícios associados a movimentações de materiais é necessário projetar um sistema de transporte capaz de transferir um grande conjunto de materiais diferentes através de um ciclo de abastecimento com atividades definidas e um tempo fixo por viagem. Na Tabela 6 são apresentadas possíveis soluções para as oportunidades de melhoria encontradas.

Tabela 6 - Soluções face às oportunidades de melhoria identificadas

Problema	Solução
Existência de desperdícios associados às tarefas de movimentação de materiais.	Implementação de um sistema <i>Mizusumashi</i> .
Desorganização das áreas de produção causada pelas paletes de MP.	Definição de <i>buffers</i> nas áreas produtivas com o auxílio da Gestão Visual.
Ausência de rotas de transporte normalizadas.	Definição de conjuntos de tarefas de transporte de acordo com a sua tipologia.
Dessincronização da produção com o abastecimento de materiais.	Definição de períodos de abastecimento de materiais às áreas produtivas.
Dispersão das tarefas relativas a movimentações de materiais.	Definição de uma equipa logística que será resultado da concentração de todas as tarefas logísticas.
Inexistência de uma ferramenta de transmissão de informação entre o armazém e a produção.	Definição de uma ferramenta de transmissão de informação com o auxílio de um sistema de <i>Kanban</i> eletrónico.

Mediante as soluções propostas, são apresentadas no capítulo 6, todas as etapas necessárias para implementar um sistema de abastecimento interno bem-sucedido na C-ITA. Este sistema baseia-se na aplicação de um *Mizusumashi*.

6. IMPLEMENTAÇÃO DO *MIZUSUMASHI*

Neste capítulo será apresentada a implementação do *Mizusumashi* como resposta às oportunidades de melhoria identificadas na fábrica e ao desafio apresentado pela empresa. Como já foi referido no capítulo 2, o plano de implementação de um sistema *Mizusumashi* que permite obter um fluxo de materiais *Lean* é o seguinte representado na Figura 32.

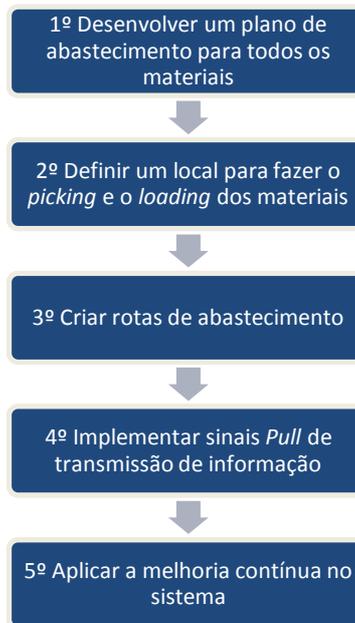


Figura 32 - Plano de implementação de um sistema *Mizusumashi* (Harris et al., 2004)

Assim, este capítulo está estruturado a partir do seguinte plano de implementação:

- Definição de requisitos para dimensionar o sistema *Mizusumashi*;
- Definição de *buffers* nas áreas produtivas;
- Definição de conjuntos de tarefas de transporte de acordo com a sua tipologia;
- Definição de períodos de abastecimento de materiais às áreas produtivas;
- Definição de uma equipa logística;
- Definição de um sistema de transmissão de informação com *e-Kanban*;
- Ajustes finais à implementação do *Mizusumashi*.

6.1 Definição de requisitos para dimensionar o sistema *Mizusumashi*

Com o objetivo de analisar os níveis de produção da C-ITA e posteriormente identificar a tendência da produção, foi efetuado um estudo à flutuação da produção, relativamente ao ano 2014, como se pode verificar na Figura 33.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

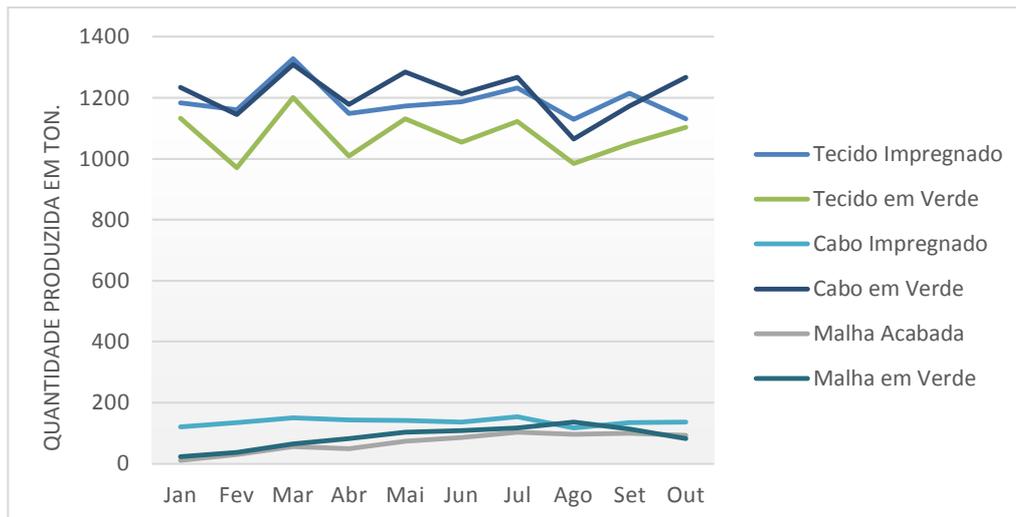


Figura 33 - Análise da Flutuação da Produção em 2014

Após uma análise do gráfico pode constatar-se que há pouca variação do nível de produção ao longo do ano. Esta observação permite afirmar que não há necessidade de variar as necessidades associadas à implementação do *Mizusumashi* consoante a altura do ano.

De modo a dimensionar as necessidades de MP por período de tempo, isto é, os consumos da produção, foi construído um simulador com base nas listas de materiais (BOM). Para a construção deste simulador foi necessário recorrer às bases de dados construídas (secção 5.1) de modo a obter informações inerentes aos materiais: Tecido Impregnado, Cabo Impregnado, Malhas, Tecido em Verde, malha em verde, Cabo em Verde e MP. Os principais dados extraídos foram: códigos e descrições dos itens, centros de trabalho, áreas e máquinas de produção, parâmetros de produção - metragem, peso, velocidade da máquina, tempo de ciclo, lotes, capacidades de produção e consumos standard.

A partir da inserção de valores da previsão de encomendas neste simulador, é possível obter uma aproximação dos consumos (em kg, rolos, bobinas e paletes) de matérias-primas, Cabo em Verde, Tecido em Verde, Tecido Impregnado, Cabo Impregnado, Malhas em verde e Malhas com acabamento final, para o intervalo de tempo inerente aos dados da previsão.

Esta ferramenta pode ainda ser utilizada para efetuar simulações relacionadas com a mão-de-obra necessária para a produção e para tarefas relacionadas com o transporte de materiais.

De modo a confirmar se os valores obtidos, através do simulador desenvolvido, eram confiáveis, foi realizada uma simulação na mesma ferramenta com valores do histórico da produção para o mesmo intervalo de tempo da simulação da previsão da procura. Os resultados obtidos relativamente aos consumos estão apresentados na Tabela 7.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Tabela 7 - Valores obtidos da simulação para 3 meses

	Previsão de consumos / turno	Histórico de consumos / turno
Matéria-Prima (paletes)	33	30
Cabo em Verde (carros esquinadeira)	36	30
Tecido em Verde (rolos)	17	14
Tecido Impregnado (rolos)	20	17
Malha em verde (rolos)	4	4
Malha final (rolos)	19	19
Cabo Impregnado (paletes)	4	4

Fazendo uma análise da Tabela 7 e da Figura 34 é possível constatar que há uma ligeira diferença nos resultados. No entanto, esta pequena disparidade não irá influenciar de forma relevante os estudos que se pretendem fazer, visto que a informação importante a retirar será o número de movimentações a fazer por turno.

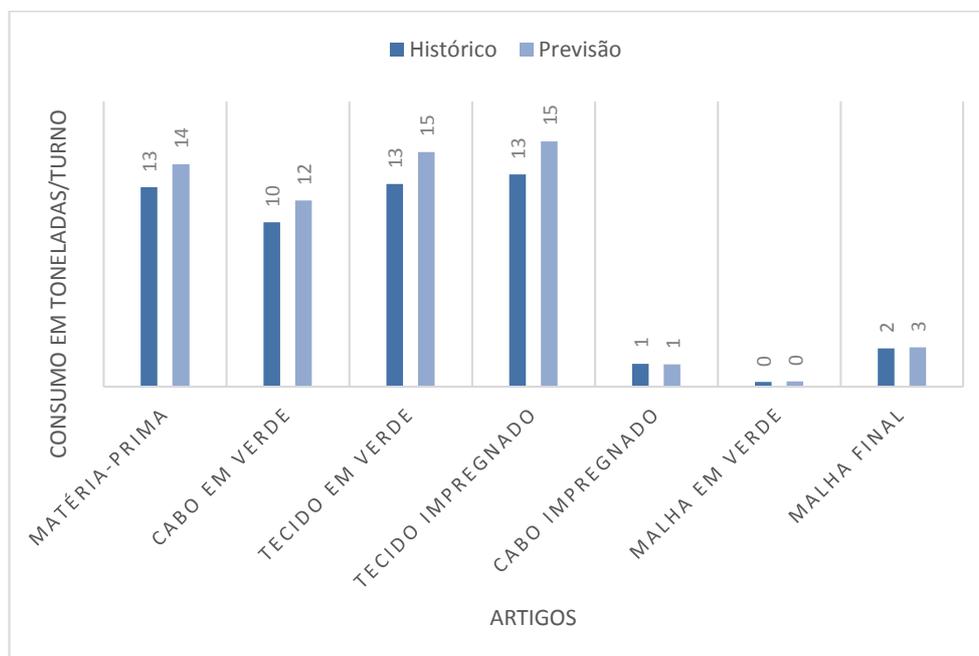


Figura 34 - Comparação entre os resultados previsão e histórico

Após os resultados obtidos nesta secção é possível avançar com a implementação de medidas físicas e estruturais no sistema *Mizusumashi*.

6.2 Definição de *buffers* nas áreas produtivas

Como já foi referido anteriormente, um dos objetivos deste projeto é reduzir o espaço fabril ocupado por paletes de MP nas áreas de produção. Uma das propostas lançadas pela empresa consistia em alocar as paletes de MP o mais próximo possível do local da sua utilização. Por exemplo, na área dos torcedores, a MP seria acondicionada nos corredores entre as máquinas.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

De modo a avaliar a aplicabilidade desta proposta foi feita uma análise ao *layout* em conjunto com uma simulação de consumos, utilizando a ferramenta de simulação construída, com a programação da produção para 3 meses. Este estudo foi feito apenas para as áreas de Torcedura, uma vez que estas são as que possuem maior área ocupada por paletes de MP. Para tal, foram calculados os *stocks* de segurança e os níveis de serviço para cada artigo de Cabo em Verde, com o objetivo de descobrir quantos espaços no chão de fábrica são necessários ter reservados para MP. Na Tabela 8 encontra-se um exemplo do cálculo dos fatores relevantes para este estudo, referente a um artigo de Cabo em Verde.

Tabela 8 - Exemplo dos cálculos relativos ao estudo efetuado para um Cabo em Verde

Cabo	00400001003
Matéria-Prima	R073250101
Máquina (Torcedor)	DCT2
Nº fusos por torcedor	68
DTEX (g/1000m)	Dados confidenciais
Metragem da bobina de Cabo em Verde (m)	
Velocidade (rpm)	
Torção (tpm)	
Massa da bobina de MP antes de entrar na máquina (kg)	
Velocidade da máquina (m/min)	
Tempo de Ciclo (horas)	19,98
Massa da Bobina de cabo (kg)	9,25
Massa bobina MP/ bobina de cabo (kg)	4,63
Consumo teórico de bobina MP (kg/h)	0,22
Tempo até ser necessário abastecer MP (h)	15,74
Velocidade teórica de produção (m/dia)	36757,89
Consumo teórico de bobina MP (kg/dia)	359,93
Consumo teórico de bobina MP (bobinas/dia)	28
Consumo teórico de MP (paletes/dia/lado)	1
Nº médio de lados de torcedor a produzir /dia	8,23
Consumo médio de paletes / dia	6,44
Stock de Segurança (paletes)	1,10
Nível de Serviço (paletes)	8

Os valores a sombreado da tabela 8 são dados relativos à produção da C-ITA, os restantes foram calculados. De seguida é explicada a linha de raciocínio dos valores deliberados.

A velocidade da máquina e o tempo de ciclo foram calculados de acordo com as fórmulas 1 e 2, respetivamente.

$$velocidade\ da\ máquina\ (m/min) = \frac{velocidade(rpm)}{torção(tpm)}$$

(1)

$$\text{tempo de ciclo (h)} = \frac{\text{metragem(m)}}{\frac{\text{velocidade da máquina(m/min)}}{60}} \quad (2)$$

Para calcular a massa da bobina de cabo foi necessário primeiro ter conhecimento do DTEX da MP, em que 1 DTEX = 1000m/g, e da metragem a produzir por uma bobina de Cabo em Verde. Como já foi explicado no capítulo 4, a bobina do Cabo em Verde é formada pela bobina de MP que vem da parte de cima do fuso (esquinadeira) e pela bobina de MP que está na parte de baixo do fuso (pote). Assim, a massa da bobina de Cabo em Verde será 50% da bobina da esquinadeira e 50% da bobina do pote. Para este cálculo, equação 3, considera-se ainda uma margem de contração do cabo de 1,05% (valor utilizado pela empresa).

$$\text{massa da bobina de cabo (kg)} = \frac{1}{1000} \times \frac{\text{DTEX}}{10000} \times \text{metragem} \times 2 \times 1,05 \quad (3)$$

Se a massa da bobina de cabo é 50% de cada bobina de MP, então a massa de bobina de MP consumida para produzir uma bobina de cabo em cada parte do fuso será dada pela equação 4:

$$\text{massa da bobina MP p/ 1 bobina de cabo (kg)} = \frac{\text{massa da bobina de cabo (kg)}}{2} \quad (4)$$

O passo seguinte é calcular o consumo teórico da bobina de MP por hora, para tal aplicou-se fórmula 5:

$$\text{consumo teórico da bobina MP(kg/h)} = \text{velocidade da máquina} \times \frac{1}{1000} \times \frac{\text{DTEX}}{10000} \quad (5)$$

Após medições de tempo verificou-se que o tempo de *setup* ronda os 15 segundos. Este tempo envolve apenas a troca de bobina de MP de um fuso, pois mal ocorre a troca o fuso começa a andar e não está dependente dos restantes 67 fusos do torcedor para começar a produzir. Esta troca tem o nome técnico de *doff*. Para calcular o intervalo de tempo necessário para voltar a abastecer um fuso de um torcedor foi considerado que a bobina seria consumida até 75% da sua massa inicial. O operador nunca pode deixar a bobina de MP chegar até ao fim pois, caso isso aconteça, o processo é interrompido pelo desenfiamento do fuso.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

$$\text{tempo p/ abastecer MP}(h) = \frac{\text{massa bobina MP p/ 1 bobina de cabo}}{\text{consumo teórico de bobina de MP}} \times 0.75 + \frac{15}{3600}$$

(6)

A equação 6 permite calcular, numa fase posterior, o intervalo de tempo em que o *Mizusumashi* deve passar na produção. A velocidade da produção em metros por dia é dada pela equação 7:

$$\text{Velocidade teórica de produção} \left(\frac{m}{\text{dia}} \right) = \text{vel. teórica máquina} \times 60 \times \left(24 - \frac{24}{\text{tempo p/ abastecer MP}} \times \frac{15}{3600} \right)$$

(7)

Com o auxílio de especificações da MP, tais como, massa de origem de cada bobina de MP e número de bobinas de MP por palete, obtiveram-se então os consumos de MP para os 68 fusos (1 lado do torcedor) da seguinte forma:

$$\text{Consumo teórico de bobina MP}(kg/dia) = \text{vel. teórica produção} \times n^{\circ} \text{ fusos} \times \frac{1}{1000} \times \frac{DTEX}{10000}$$

(8)

$$\text{Consumo teórico de bobina MP}(bobinas/dia) = \frac{\text{Consumo teórico de bobina MP}(kg/dia)}{\text{massa de origem da bobina MP}}$$

(9)

$$\text{Consumo teórico de bobina MP}(pal./dia) = \frac{\text{Consumo teórico de bobina MP}(bobinas/dia)}{\text{capacidade de bobinas por palete}}$$

(10)

Foi ainda calculada a média e o desvio padrão da procura de cada Cabo em Verde, a partir da programação diária da produção nos Torcedores. Após a obtenção destes valores, foi calculado o número estimado de paletes a consumir por dia. Para calcular o *stock* de segurança (SS) (Eriksson) aplicou-se a fórmula 11. A expressão $\sigma_{DDL T}$ refere-se ao desvio padrão da procura de cada Cabo em Verde durante o prazo de entrega.

$$SS = Z\sigma_{DDL T}$$

(11)

Para calcular o nível (S), a partir do qual é feito um pedido de reabastecimento aplicou-se a equação 12. A expressão $\mu_{DDL T}$ refere-se à média da procura de cada Cabo em Verde durante o prazo de entrega.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

$$S = \mu_{DDL} + SS \tag{12}$$

As fórmulas 11 e 12 foram baseadas numa política de nível de encomenda com uma procura no prazo de entrega que segue uma distribuição normal, onde a média e desvio padrão variam consoante o Cabo em Verde. Foi utilizado um nível de serviço de 99%, ($Z=2,575$) de modo a minimizar falhas no abastecimento interno.

Concluídos os cálculos, procedeu-se à alocação das paletes de MP de acordo com a sua proximidade dos torcedores onde são mais utilizadas. O resultado obtido para a área de Torcedura DCT2 está representado nas áreas a vermelho na figura presente no Anexo II.

Como já foi referido, a proposta lançada pela empresa consistia em acondicionar as paletes entre os corredores dos torcedores, libertando assim espaço fabril. No entanto, esta alteração do *layout* fabril iria implicar grandes mudanças na forma de organização da produção e até mesmo no trabalho dos operadores. A utilização de um empilhador no abastecimento também é um fator fundamental para adotar este *layout*. Com o empilhador seria necessário fazer manobras exigentes para colocar as paletes entre os corredores dos torcedores, o que, conseqüentemente, resultaria num maior risco de danificar as máquinas. Assim, foi adotado numa fase inicial (definida como fase transitória da implementação), um *layout* que não envolvesse tantas mudanças na logística do abastecimento de MP, mas que, ao mesmo tempo, permitisse reduzir o espaço ocupado pelas paletes no chão de fábrica. As seguintes figuras são relativas aos *layouts* implementados nas áreas de Torcedura.

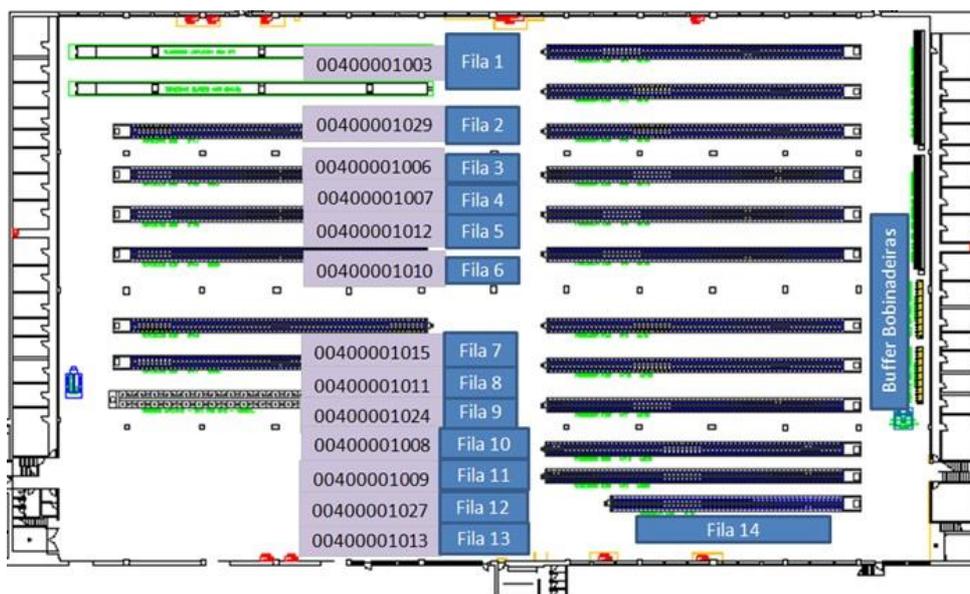


Figura 35 - Layout da área da Torcedura DCT2

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

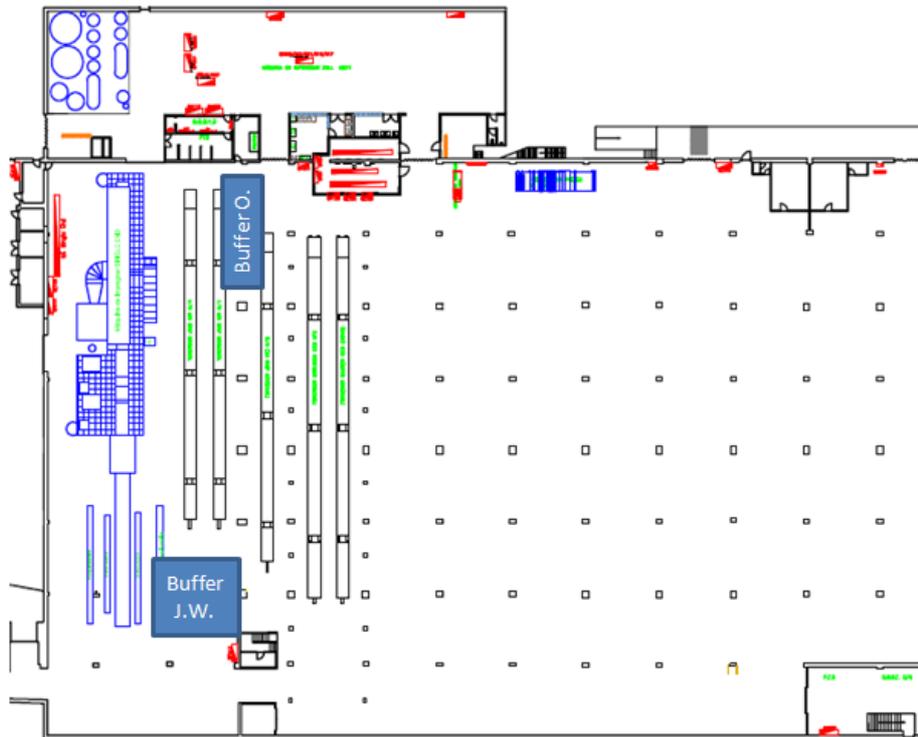


Figura 36 - Layout da área SE

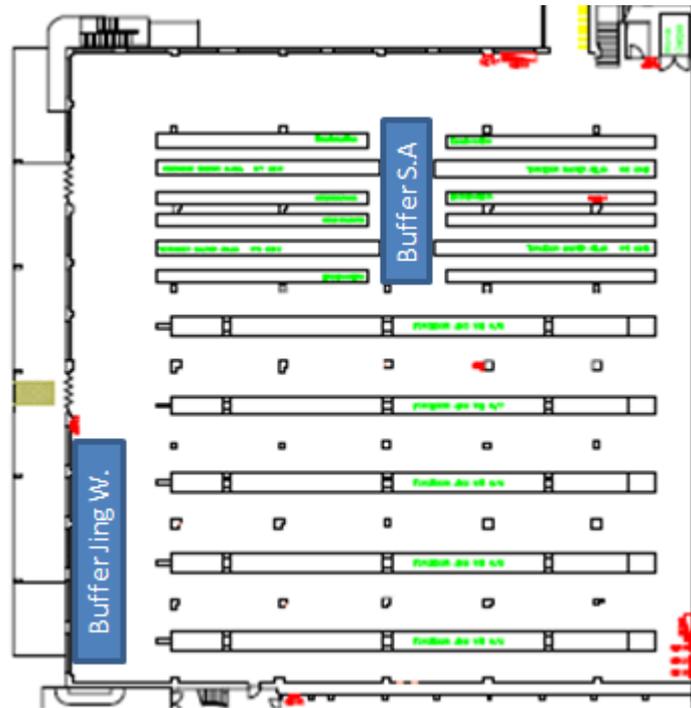


Figura 37 - Layout da área SA

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel



Figura 38 - Layout das áreas das Malhas e da Tecelagem

É de salientar que a definição dos *buffers* contribuiu, não só na redução de espaço ocupado por paletes de MP, devido às marcações físicas, como também numa melhor organização do espaço fabril. Procedeu-se então à marcação e identificação de cada *buffer* destinado à MP (consultar Figura 39). Foram ainda definidos locais destinados apenas para a sucata e outros para caixas de tubos vazios, como se pode ver, respetivamente, na Figura 40 e na Figura 41. Esta melhoria afetou também os operadores do armazém, pois deste modo tornou-se mais fácil identificar os locais onde seria suposto deixar as paletes de MP.



(a)



(b)

Figura 39 - Identificação (a) e marcação (b) de buffers de matéria-prima



Figura 40 - Zona destinada à arrumação de sucata



Figura 41 - Zona destinada à arrumação de caixas de tubos vazios

Numa fase posterior, estas marcações de *buffers* deverão dar lugar a novas delimitações feitas entre os corredores das máquinas, indo assim ao encontro do que é pretendido pela empresa.

6.3 Definição de conjuntos de tarefas de transporte de acordo com a sua tipologia

Para a implementação do *Mizusumashi* é fundamental criar um fluxo contínuo de materiais que possibilite o mínimo de distâncias a percorrer pelos operadores responsáveis pelo abastecimento.

Numa fase inicial efetuou-se uma análise às atividades dos operadores da produção para identificar as tarefas de movimentação de materiais que exigem mais horas/homem e que geram entropia ao processo produtivo. Assim sendo, essas tarefas foram agrupadas consoante o tipo de material a deslocar e as áreas associadas à movimentação e surgiram os seguintes grupos: distribuição de MP e recolha de sucata, recolha de *scrap* e armazenamento de Malhas. O

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

agrupamento de tarefas de transporte de acordo com a sua tipologia é apresentado nas alíneas seguintes.

a) Tarefas de distribuição de matéria-prima e recolha da sucata

As tarefas associadas à distribuição de MP, antes das propostas de melhoria serem implementadas, eram efetuadas entre as 8h e as 17h, durante 5 dias por semana, por um operador do armazém. Fora deste horário, o abastecimento tinha de ser efetuado por operadores da produção. Nas seguintes tabelas são descritas todas as tarefas já existentes relativas à distribuição de MP e recolha de sucata para cada área. Estas atividades foram agrupadas de forma a criar um percurso de abastecimento de MP.

Tabela 9 - Tarefas de transporte da área DCT2

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Torcedura DCT2	Matéria-Prima	Recolha da matéria-prima no lote
		Agrupar e tirar os plásticos das paletes de MP na área de expedição junto ao monta-cargas do armazém
		Acondicionar a carga no monta-cargas
		Descarga de MP do monta-cargas
		Transportar a carga MP área de espera para os <i>buffers</i>
	Transportar paletes de MP desde o monta-cargas até bobinadeiras	
	Resíduos	Transporte de paletes vazias para uma área de espera em frente ao monta-cargas
		Transportar as paletes vazias para dentro do monta-cargas
		Descarregar paletes vazias do monta-cargas para um espaço provisório em frente ao monta-cargas no armazém
		Transportar paletes vazias para uma área destinada ao seu armazenamento no armazém

As tarefas da Tabela 9 requerem um total de 170 minutos/turno e de 0,38 homens/turno.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Tabela 10- Tarefas de transporte da área das Malhas

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Malhas	Matéria-Prima	Recolha da matéria-prima no lote
		Agrupar e tirar os plásticos das paletes de MP na área de expedição junto ao monta-cargas do armazém
		Acondicionar a carga no monta-cargas
		Descarga de MP do monta-cargas
		Transportar a carga MP para a área das Malhas
	Resíduos	Transporte de caixas cartão com bobinas vazias/paletes vazias
		Transportar as paletes vazias para dentro do monta-cargas
		Descarregar paletes vazias do monta-cargas para um espaço provisório em frente ao monta-cargas no armazém
		Transportar paletes vazias para uma área destinada ao seu armazenamento no armazém

Para satisfazer as tarefas de distribuição de MP e recolha de resíduos nos Torcedores da área das Malhas, são necessários 91 minutos/turno e uma mão-de-obra equivalente a 0,20 homens/turno.

Tabela 11 - Tarefas de transporte da área SA

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Torcedura SA	Matéria-Prima	Recolha da matéria-prima no lote
		Agrupar e tirar os plásticos das paletes de MP na área de expedição junto ao monta-cargas do Armazém
		Transportar a matéria-prima para o <i>buffer</i> na Torcedura (-1)
	Resíduos	Transporte de paletes vazias para o armazém

De modo a realizar as tarefas de movimentação de materiais necessárias por turno na área SA, é necessário despender 45 minutos/turno e 0,10 homens/turno. A concretização das atividades presentes na Tabela 12, demora um total de 32 minutos/turno e necessita de 0,07 homens/turno.

Tabela 12 - Tarefas de transporte da área Single End

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Torcedura SE	Matéria-Prima	Recolha da matéria-prima no lote
		Agrupar e tirar os plásticos das paletes de MP na área de expedição junto ao monta-cargas do Armazém
		Transportar a matéria-prima para junto dos torcedores ao lado da <i>Single End</i>
	Resíduos	Transporte de paletes vazias para o armazém

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

b) Tarefas de recolha de scrap

Todas as áreas de produção da C-ITA geram *scrap*. Este é acumulado em caixotes de cartão para ser posteriormente vendido. Na Tabela 13 estão descritas as tarefas inerentes ao transporte de *scrap* desde as áreas de produção até ao armazém. Estas têm associado um tempo total de execução de 14 minutos/turno e uma necessidade de 0,03 homens/turno.

Tabela 13 - Tarefas de transporte de Scrap

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Torcedura e Tecelagem	Scrap	Transporte de caixas de <i>scrap</i> para uma área de espera em frente ao monta-cargas
		Transportar as caixas de <i>scrap</i> para dentro do monta-cargas
		Descarregar caixas de <i>scrap</i> do monta-cargas para um espaço provisório em frente ao monta-cargas no armazém
		Transportar caixas de <i>scrap</i> para uma área destinada ao seu armazenamento no armazém
Malhas		Transporte de caixas de <i>scrap</i> para uma área de espera em frente ao monta-cargas
		Transportar as caixas de <i>scrap</i> para dentro do monta-cargas
		Descarregar caixas de <i>scrap</i> do monta-cargas para um espaço provisório em frente ao monta-cargas no armazém
		Transportar caixas de <i>scrap</i> para uma área destinada ao seu armazenamento no armazém
Single End	Transporte de caixas de <i>scrap</i> para o armazém	
Zell	Transporte de caixas de <i>scrap</i> para o armazém	

c) Tarefas de armazenamento das Malhas

Após sair da Râmula, os rolos das Malhas são embalados e armazenados numa área provisória no chão de fábrica para serem posteriormente transportados para o armazém de produto acabado. Esta atividade é feita gradualmente ao longo do dia sempre que há rolos de malha para armazenar. Na Tabela 14 estão descritas as respetivas tarefas.

Tabela 14 - Tarefas de Transporte de armazenamento das Malhas

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Malhas	Produto Acabado	Deslocamento até à área das Malhas
		Acondicionar o rolo de malha no Monta-Cargas
		Transporte no monta-cargas
		Transporte do rolo de malha para o armazém

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

A atividade relativa ao armazenamento das Malhas requer para a sua execução um total de 57 minutos/turno e de 0,13 homens/turno.

No Anexo III é feita a mesma análise para as restantes atividades associadas a movimentação de materiais que, numa fase posterior, deverão ser introduzidas nas tarefas realizadas pelo sistema Mizusumashi.

6.4 Definição de períodos de abastecimento de materiais às áreas produtivas

A imposição de um horário de abastecimento de materiais é vital para evitar atrasos inesperados que representam grande ameaça ao fluxo de produção. A definição dos instantes de início de cada ronda de entrega de matéria-prima foi suportada pela análise dos intervalos de tempo necessários para reabastecer o torcedor com bobinas e no tempo de entrega da palete, desde o armazém até às áreas de produção.

A fórmula 13 foi usada para o cálculo do tempo de reposição de bobinas MP nos torcedores.

$$\text{Tempo de Reposição (h)} = \frac{\text{Massa da bobina de MP}}{\frac{\text{RPM}}{\text{TPM}/60}} \times 0,75 + \text{Tempo de Setup - LT} \quad (13)$$

A partir da ferramenta de simulação construída (ver secção 6.1), foi calculado o tempo de reposição para cada Cabo em Verde de modo a minimizar o tempo de reabastecimento. O menor tempo de reposição é o que dita o intervalo de tempo que deve existir para fazer o abastecimento das áreas produtivas. Para os resultados apresentados na Tabela 15 foram apenas selecionados os Cabo em Verde com maior frequência de produção. Pode então identificar-se o valor de 6h como o menor valor de tempo de reposição.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Tabela 15 – Tempo de reposição de cada Cabo em Verde

Cabo em Verde	Tempo reposição (h)
00400001003	15,6
00400001006	16,2
00400001007	11,6
00400001008	9,5
00400001009	9,1
00400001010	10,8
00400001011	6,9
00400001012	17,6
00400001013	24,0
00400001015	20,3
00400001022	6,0
00400001024	6,9
00400001027	11,7
00400002013	7,0
00400002021	23,6
00400002022	3,2
00400002023	13,4
00400003001	19,5
00400004001	6,2
00400004002	8,8
00400006001	23,1
00400007002	15,2

O horário das rondas de distribuição de MP deve então ser conforme com a Tabela 16.

Tabela 16 - Horário de abastecimento de matéria-prima às áreas de Torcedura

Hora de entrega
4:00
10:00
16:00
22:00

Para definir este horário foi necessário ter em conta as horas de entrada de cada turno (6h, 14h e 22h) e a hora em que se costuma fazer o armazenamento das Malhas (14h), de modo a evitar conflitos e atraso de tarefas.

No entanto, visto que esta ainda se tratava de uma fase de experimentação e para prevenir quebras no abastecimento de MP ao espaço fabril causadas por imprevistos (falta de operadores do armazém, atraso nas tarefas dos colaboradores do armazém, atraso na receção de MP, etc.) este tempo foi reduzido para 4h (valor aconselhado pela empresa). Assim sendo o novo horário estabelecido está presente na Tabela 17.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Tabela 17 - Ajuste do horário de abastecimento de matéria-prima às áreas de Torcedura

Hora de entrega
4:00
8:00
12:00
16:00
20:00
24:00

Assim, caso um operador do armazém de algum turno não estivesse presente ou disponível para concretizar o percurso em questão, o abastecimento da MP estaria sempre assegurado pois haveria margem para reparar o imprevisto (devido à maior frequência de entrega). Estas falhas pela parte dos operadores do armazém ocorriam, numa primeira fase, devido à falta de um operador por turno alocado a este propósito.

6.5 Definição de uma equipa logística

Para alcançar o aumento da ocupação de um trabalhador com o menor custo possível, é necessário adotar a correta abordagem para o dimensionamento de equipas de trabalho. Assim, segue-se a alocação de recursos aos percursos definidos.

Foi simulado o cenário de maior sobrecarga, para o operador, por cada conjunto de tarefas de transporte, com o propósito de assegurar a possibilidade de concretizar todas as tarefas. Este quadro de hipóteses foi gerado (no simulador construído) com o número máximo de viagens exigido por turno e que está diretamente relacionado com os consumos máximos da produção. Na Tabela 18 estão apresentados os recursos humanos necessários para cumprir as tarefas de transporte.

Tabela 18 - Dimensionamento da mão-de-obra necessária para as tarefas de transporte

Tarefas de transporte	Viagens (min) / turno	Homens/ turno
1. Distribuição de Matéria-Prima e recolha da sucata	368,52	0,82
2. Recolha de <i>Scrap</i>	14,07	0,03
3. Armazenamento de Malhas	57,39	0,13
Total	439,98	0,98

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Para calcular os valores associados a homens/turno foi utilizada a fórmula 14:

$$\text{Homens/turno} = \frac{\frac{\text{viagens/turno (min)}}{60}}{7,5} \quad (14)$$

Como já foi referido anteriormente, um operador trabalha em turnos de 8h, mas tem 30 minutos para almoçar, daí as 7,5 horas presentes na fórmula.

Resumindo a tabela 18, é necessário 1 operador para ficar ao encargo das tarefas de transporte 1,2 e 3 ($0,82+0,03+0,13 = 0,98$ homens/turno), sendo ele o responsável pelo sistema *Mizusumashi*.

Após apresentar estes valores à empresa, procedeu-se à mudança da situação existente na altura, que envolvia um operador por dia (no turno das 8h às 17h) destinado às tarefas de distribuição de MP, para um operador por turno. É de salientar que os operadores deste novo sistema não fazem parte de novas contratações da empresa, são apenas operadores que foram transferidos das áreas de produção. Esta situação deveu-se ao fato das atividades envolvidas transitarem das obrigações dos trabalhadores das áreas de produção para as obrigações de uma equipa de logística interna.

Atualmente, estes operadores do armazém cumprem as tarefas enunciadas durante o seu turno. Uma vez que a simulação efetuada foi considerada para o cenário de maior sobrecarga possível por turno, existirão turnos em que a ocupação do operador não será tão elevada. Nessas alturas estes operadores podem ajudar noutras tarefas do armazém, tais como, receção de MP e expedição de produto acabado.

6.6 Definição de um sistema de transmissão de informação com e-Kanban

Com o objetivo de criar uma ferramenta que promovesse a transmissão de informação entre a produção e o armazém, foi alinhado o conceito de Kanban de transporte com o MS *office excel* e programação em VBA. A transmissão de informação poderia passar pelo método tradicional de *Kanban* de transporte à base de cartões de transporte com as informações necessárias acerca dos materiais a requisitar. No entanto, a distância e o acesso limitado entre o armazém e a produção exige um sistema que permita uma fácil comunicação entre eles.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Os principais requisitos para esta ferramenta são a simplicidade de utilização e a garantia de que a informação flui das áreas produtivas para o armazém com rapidez. O esquema da Figura 42 demonstra a base informática que deu origem ao programa construído.

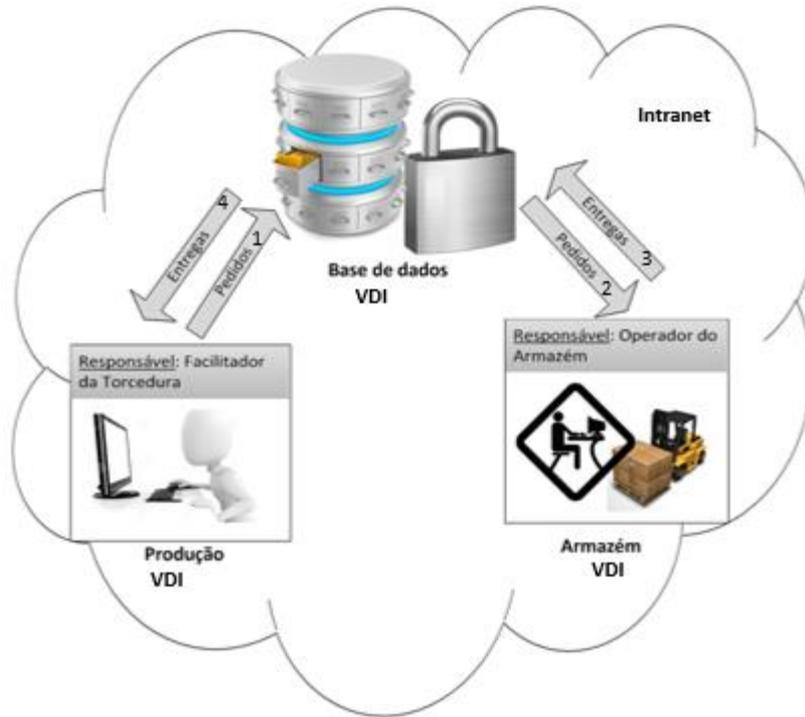


Figura 42 - Esquema do fluxo de informação desenvolvido

O programa desenvolvido funciona da seguinte forma: o operador da produção preenche os dados inerentes ao que pretende encomendar ao armazém através da intranet disponível nos computadores existentes em cada área de produção (que se denominam de VDI's). Na Figura 43 pode compreender-se melhor a sequência de todo o processo de distribuição de MP.

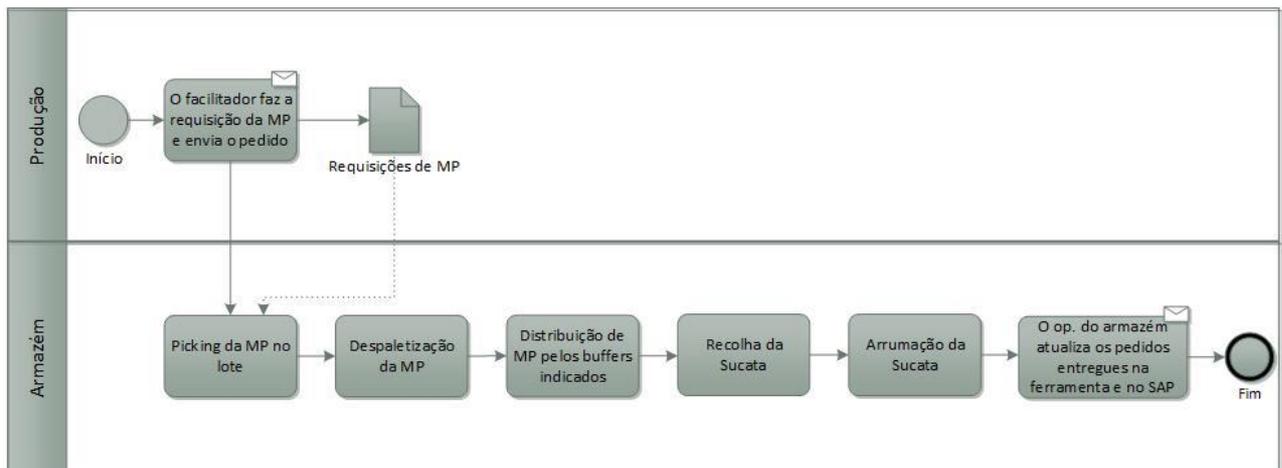


Figura 43 - BPML do processo de distribuição de MP

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

A ferramenta de transmissão de informação foi construída com duas interfaces, uma para o operador da produção e outra para o operador do armazém.

Um dos objetivos desta ferramenta consistia em criar um modo de utilização simples e claro, para que qualquer operador fosse capaz de utilizar corretamente o sistema. Para tal foi desenvolvido um sistema à prova de erros de modo a que não fosse necessário anular ou corrigir pedidos por falhas na sua utilização.

a) Interface da Produção

Para dar início ao uso da ferramenta, o operador da produção deve abrir, no seu VDI, um ficheiro em *excel* com o nome “Produção” e logo, após iniciar o ficheiro, aparece o menu da Figura 44.



Figura 44 - Menu da interface da produção da ferramenta de requisição de MP

Neste menu o operador pode escolher para que área de produção pretende fazer a requisição de MP e pode consultar os pedidos que já foram feitos e os que já foram entregues. Caso não pretenda fazer mais requisições pode sair do ficheiro de *excel* (botão “Gravar e sair” ou botão “X”) sem modificar nada no ficheiro. Se carregar noutra sítio que não os botões do menu, não acontece nada porque está tudo bloqueado.

Ao selecionar o botão “Consultar pedidos” (canto inferior esquerdo) surge a tela da Figura 45.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

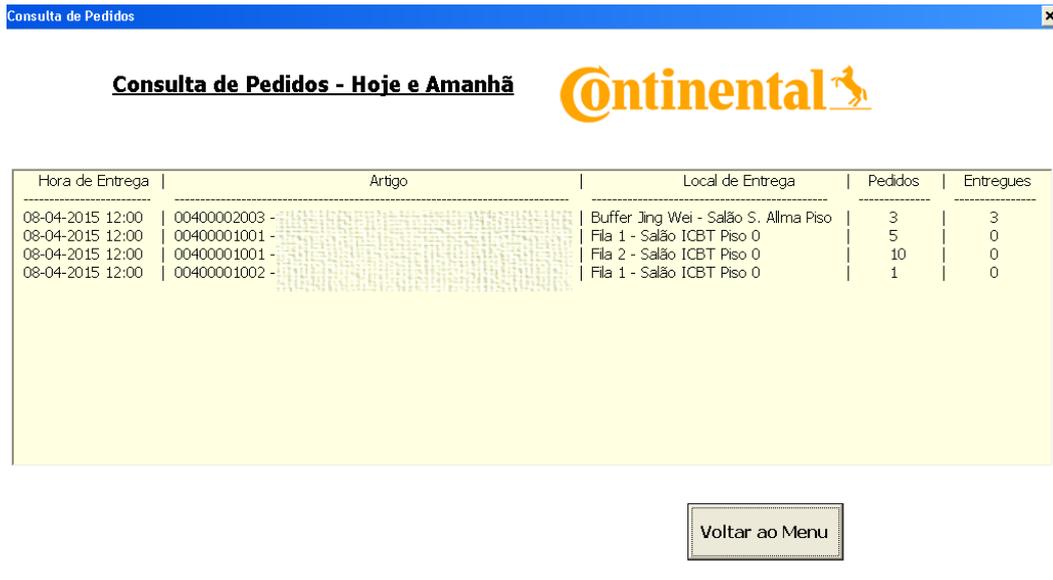


Figura 45 - Menu Consultar Pedidos da Interface da Produção

Assim, o trabalhador consegue ter conhecimento do que já foi pedido para o seu turno e para os restantes turnos. Neste menu também é possível verificar a MP que já foi entregue. Na hipótese de ser necessário fazer alguma requisição, o operador deve escolher, no menu inicial, o botão da respetiva área de produção e, após o clique, aparece o formulário da Figura 46.

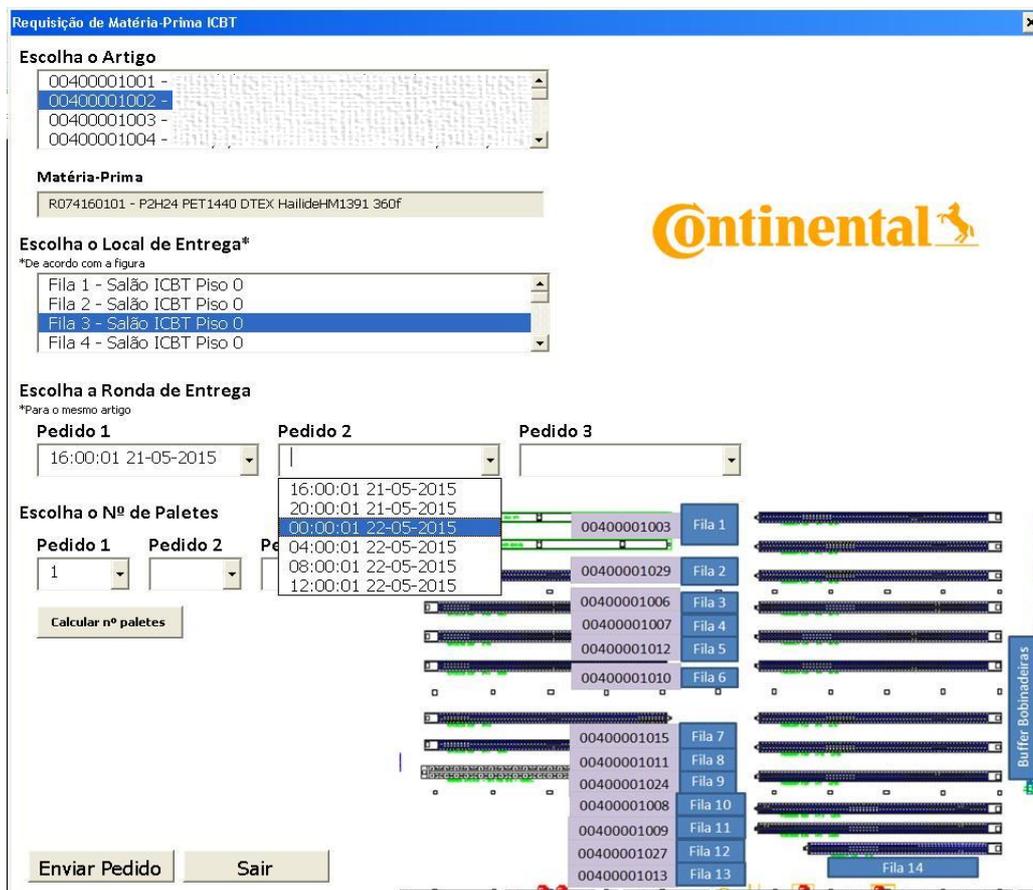


Figura 46 - Formulário de Requisições para a área da Torcedura DCT2

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Neste formulário, o utilizador apenas pode preencher os locais especificados que começam por “Escolha...” e com os valores presentes nas opções, evitando assim entradas inválidas. Ao preencher o primeiro campo, “Escolha o artigo”, a caixa de texto correspondente à “Matéria-Prima” é preenchida automaticamente, pois este programa está associado a uma base de dados com todas as especificações de cada Cabo em Verde e MP. A segunda opção a preencher tem de ser feita de acordo com o *layout* da figura do canto inferior direito, assim com este apoio visual é mais fácil associar os espaços reais aos nomes dos buffers. No passo “Escolha a Ronda de Entrega”, é possível fazer 1,2 ou 3 pedidos, se necessário, de acordo com as opções dadas na *listbox* e apenas para o Cabo em Verde selecionado. Por fim, o utilizador tem de seleccionar o número de paletes associado às horas seleccionadas anteriormente. Existe ainda um botão “Calcular nº paletes”, como se pode ver na Figura 47, construído com o objetivo de auxiliar os operadores a fazer o seu pedido nas quantidades certas.

The screenshot displays a software interface for material requisition. The main window, titled "Requisição de Matéria-Prima ICBT", includes several input sections: "Escolha o Artigo" (a listbox with article numbers), "Matéria-Prima" (a text field with a pre-filled value), "Escolha o Local de Entrega" (a listbox with location names), "Escolha a Ronda de Entrega" (a text field for date and time), and "Escolha o Nº de Paletes" (two text fields for "Pedido 1" and "Pedido 2"). A "Calcular nº paletes" button is present. A modal dialog box, "Cálculo do Nº de paletes de matéria-prima necessárias", is open, showing the selected article (00400001002), associated raw material (R074160101), number of machines to load (2), number of spindles per machine (68), and the calculated number of pallets (3). The dialog has a "Continuar Requisição" button. In the background, a "Buffer Bobinadeiras" window shows a list of spindles (Fila 7 to Fila 14) with their respective article numbers.

Figura 47 - Auxiliar de cálculo do número de paletes necessárias

Esta funcionalidade da ferramenta calcula o número de paletes necessárias para abastecer o número de máquinas e fusos indicado pelo utilizador, de acordo com o número de bobinas por

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

paleta que varia consoante a MP. O objetivo da introdução deste auxiliar é evitar desperdícios, pois assim só são requisitadas as paletes necessárias para satisfazer a procura da produção.

Finalmente, após preencher todos os campos, basta clicar no botão “Enviar pedido”. Se ocorrer a tentativa de enviar o pedido sem ter todos os campos preenchidos devidamente, o sistema não deixa enviar a informação, como se pode verificar na Figura 48.

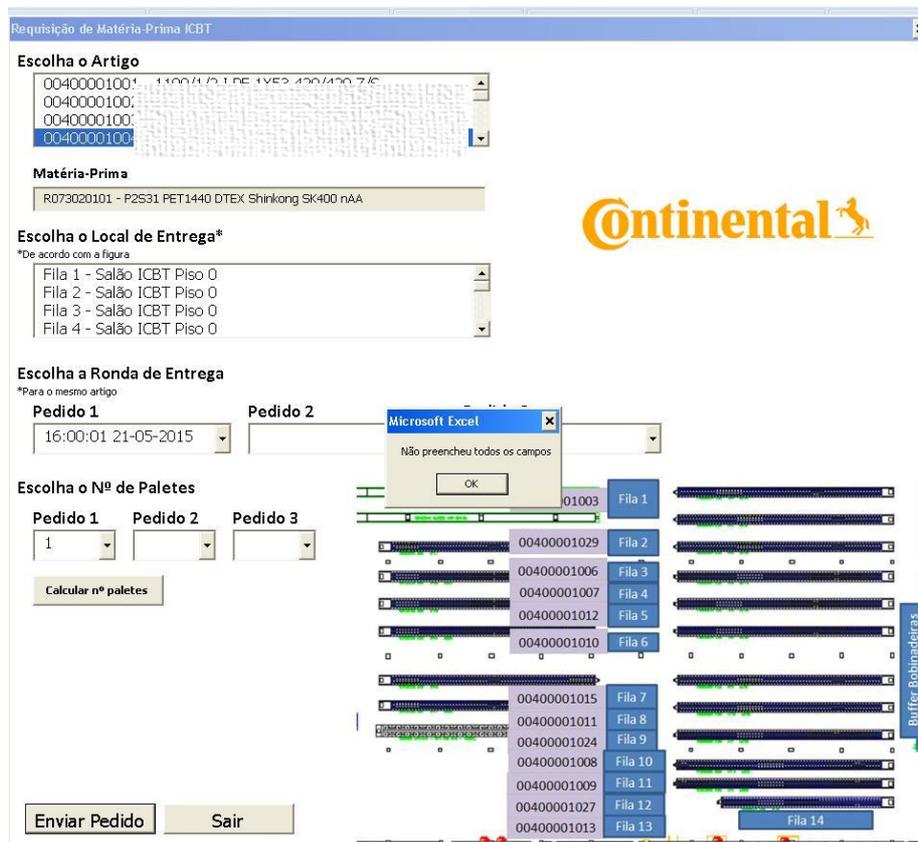


Figura 48 – Message box "Não preencheu todos os campos"

Se estiver tudo preenchido corretamente aparece uma caixa de alerta para confirmar se o utilizador deseja enviar a requisição efetuada.

Caso o operador note que se equivocou a preencher algo, pode selecionar o botão “Não” e retificar o que for necessário. Se estiver tudo conforme o desejado basta selecionar o botão “Sim” e o pedido é enviado para o armazém.

b) Interface do Armazém

No armazém, o operador tem acesso a um computador onde pode aceder à interface do armazém da ferramenta desenvolvida. Nesta situação o utilizador também tem de abrir um ficheiro *excel*, mas desta vez com o nome “Armazém”. O aspeto desta interface está representado na Figura 49.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

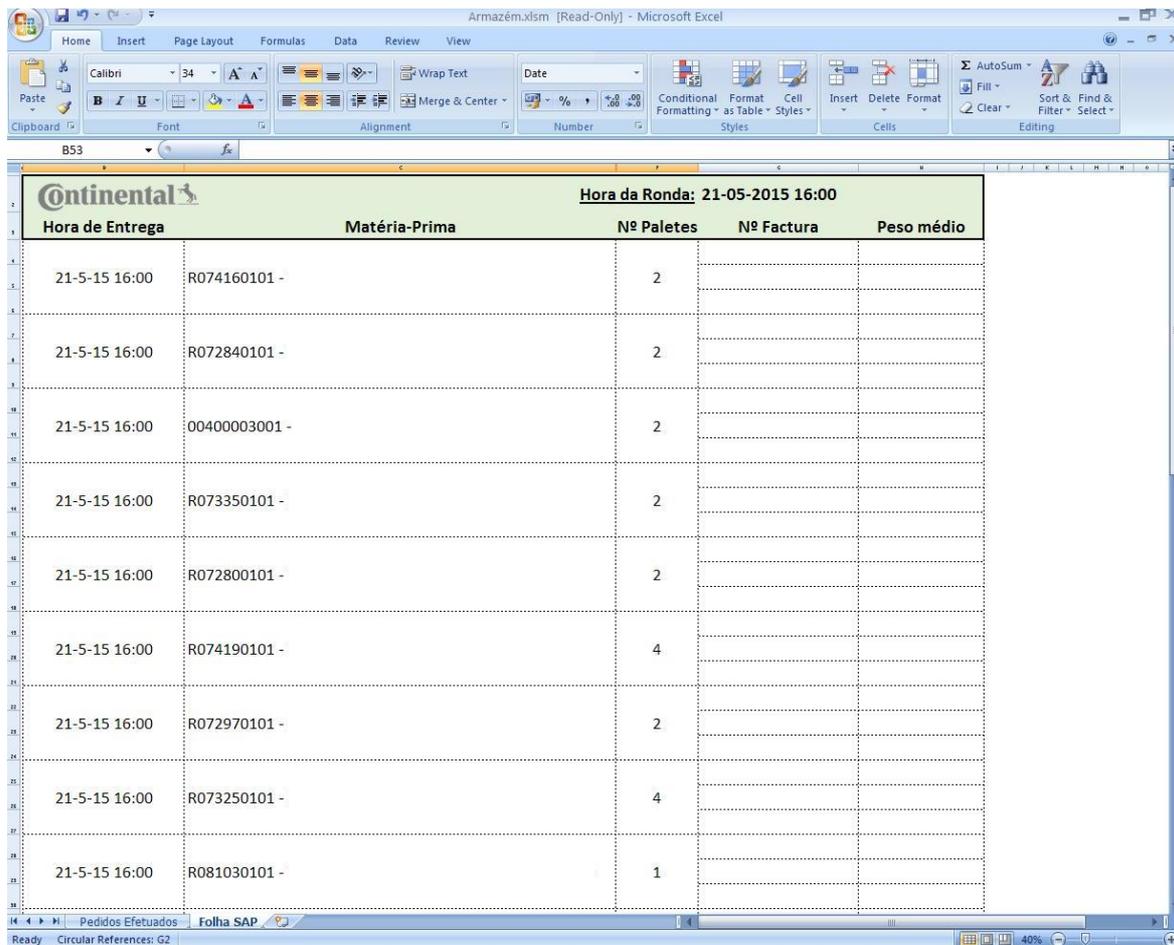
Próxima Ronda a efetuar: 21-5-15 16:00						21-5-15 15:38	
Hora da Ronda	Matéria-Prima	Local de entrega	Nº Paletes requisitados	Nº Paletes entregues	Nº Paletes não entregues	Fechar Requisição	
21-05-2015 16:00	R074160101 -	Buffer Jing Wei - Salão S. Allma Piso -1	2		2	não	
21-05-2015 16:00	R072840101 -	Buffer Jing Wei - Salão S. Allma Piso -1	2	2	2	não 3	
21-05-2015 16:00	00400003001	Buffer Volkmann - Salão Malhas Piso 0	2		2	não	
21-05-2015 16:00	R073350101 -	Fila 12 - Salão ICBT Piso 0	2		2	não	
21-05-2015 16:00	R072800101 -	Fila 14 - Salão ICBT Piso 0	2		2	não	
21-05-2015 16:00	R074190101 -	Fila 10 - Salão ICBT Piso 0	4		4	não	
21-05-2015 16:00	R072970101 -	Fila 8 - Salão ICBT Piso 0	2		2	não	
21-05-2015 16:00	R073250101 -	Fila 1 - Salão ICBT Piso 0	4		4	não	
21-05-2015 16:00	R081030101 -	Fila 5 - Salão ICBT Piso 0	1		1	não	
21-05-2015 16:00	R080420101 -	Buffer Jing Wei - Salão S.E Piso -1	3		3	não	
21-05-2015 16:00	R072820101 -	Buffer Oerlikon - Salão S.E Piso -1	1		1	não	
21-05-2015 16:00	R078430101 -	Buffer Malhas - Salão Malhas Piso 0	4		4	não	
21-05-2015 16:00	R078420101 -	Buffer Malhas - Salão Malhas Piso 0	2		2	não	
21-05-2015 16:00	R078410101 -	Buffer Malhas - Salão Malhas Piso 0	2		2	não	
21-05-2015 16:00	R078430101 -	Buffer Malhas - Salão Malhas Piso 0	4		4	não	
21-05-2015 16:00	R073620101 -	Buffer Oerlikon - Salão S.E Piso -1	1		1	não	

Figura 49 - Interface do Armazém da ferramenta de transmissão de informação

Para o caso de não ter ficado explícito, toda a informação presente nesta interface aparece automaticamente e, uma vez que é um ficheiro protegido, só é permitido interagir com as seguintes funcionalidades:

- Transferir os pedidos entregues (1) após preencher o número de paletes entregues (2), para transmitir aos operadores da produção a MP que já foi entregue;
- Deixar um pedido em aberto, selecionando o quadrado “Não” da coluna “Fechar Requisição” (3). Estas ocorrências são necessárias quando a MP é solicitada para um certo momento mas não existe *stock* em armazém e por isso não é possível entregar na produção. No entanto, esta opção só é válida se houver conhecimento que a MP requisitada chega ainda no mesmo dia ao armazém. Caso isso não aconteça o pedido é enviado como “0” para que no dia seguinte a produção volte a fazer pedido da mesma MP.
- Uma vez que produção está constantemente a enviar pedidos, existe um botão (4) para atualizar as encomendas efetuadas;
- Existe ainda um botão (5) com a funcionalidade de imprimir a folha apresentada na Figura 49 e a folha da Figura 50.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel



Continental		Hora da Ronda: 21-05-2015 16:00		
Hora de Entrega	Matéria-Prima	Nº Paletes	Nº Factura	Peso médio
21-5-15 16:00	R074160101 -	2		
21-5-15 16:00	R072840101 -	2		
21-5-15 16:00	00400003001 -	2		
21-5-15 16:00	R073350101 -	2		
21-5-15 16:00	R072800101 -	2		
21-5-15 16:00	R074190101 -	4		
21-5-15 16:00	R072970101 -	2		
21-5-15 16:00	R073250101 -	4		
21-5-15 16:00	R081030101 -	1		

Figura 50 - Folha SAP da interface do armazém

Esta folha da Figura 50 tem como função servir de apoio ao operador do armazém para fazer o *picking* da MP no armazém e posteriormente introduzir valores no SAP.

Numa fase inicial, notou-se uma aversão à implementação desta ferramenta pela parte dos operadores, pois não se sentiam à vontade para trabalhar com computadores. No entanto, após a implementação da ferramenta, os trabalhadores mostraram-se dispostos a aprender e acabaram por se mostrar satisfeitos com as funcionalidades e a simplicidade do programa. A introdução deste sistema trouxe melhorias na transmissão de informação entre o armazém e a produção, reduzindo assim os pedidos de última hora e as idas dos trabalhadores da produção ao armazém sem o operador responsável do armazém presente.

6.7 Ajustes finais à implementação do Mizusumashi

Em termos técnicos, durante o período de implementação, surgiram algumas complicações que exigiram acertos a nível de programação de modo a evitar futuras falhas. Com o decorrer da utilização da ferramenta verificou-se a necessidade de impor algumas restrições:

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

- Possibilidade de fazer requisições no máximo, até 30 minutos antes da hora desejada. De modo a que o operador do armazém tivesse tempo para preparar e distribuir a MP;
- Limitar o número de paletes a requisitar por área de produção, de modo a equilibrar a ocupação dos operadores do armazém nos diferentes turnos.

De acordo com o estudo realizado, seria necessário um operador por turno para conseguir satisfazer as tarefas de distribuição da MP, de recolha de *scrap* e de armazenamento das Malhas. Assim após provar este valor à empresa, foi possível encarregar um operador de armazém por turno, pelas tarefas enunciadas anteriormente. No entanto, continuavam a acontecer algumas situações em que o operador do armazém não conseguia executar todas as tarefas com margem de tempo pois tinha muita sobrecarga de trabalho. Esta sobrecarga só acontecia em alguns turnos porque a produção não fazia os pedidos nivelados. No gráfico da Figura 51 verifica-se a variação dos pedidos de MP consoante o horário de entrega.

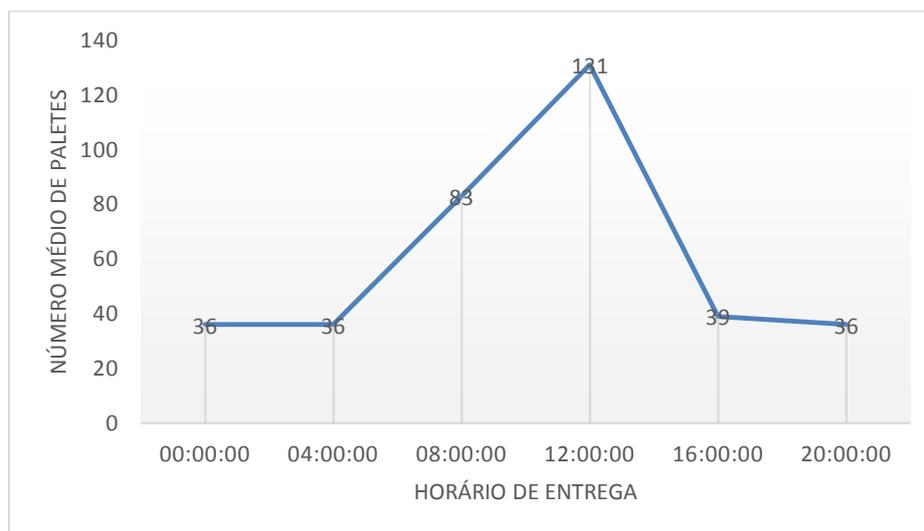


Figura 51 - Variação das requisições de paletes de matéria-prima nas áreas da Torcedura

Como se pode ver na Figura 51, existe um pico acentuado de requisições às 12h, evidenciando uma discrepância entre o número de paletes pedidas por cada ronda de entrega de MP. Com esta situação a acontecer, em determinados turnos o operador do armazém suportava uma grande sobrecarga de trabalho e por vezes não tinha tempo para terminar as suas tarefas enquanto noutros turnos o tempo de trabalho do operador não era bem aproveitado.

Com o objetivo de contrariar esta tendência de falta de nivelamento dos pedidos de MP, foi inserida uma condição de limite de pedidos por hora de entrega e por área de produção, no programa desenvolvido.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automível

Estes limites foram impostos consoante o consumo diário de paletes de MP no total das áreas de Torcedura. O total estimado de paletes a consumir por dia seria à volta de 100 paletes. Adicionando a este valor um fator de “segurança” de 1,2 (valor aconselhado pela empresa) obtém-se um total de 120 paletes por dia, dando assim um limite de 20 paletes por ronda de entrega (120 paletes / 6 rondas de distribuição de MP).

Após aplicar o sistema com esta restrição, chegou-se à conclusão que havia conflitos nos pedidos de MP entre as áreas de produção. Se uma área de Torcedura se encontrasse num pico de consumo de MP, esta iria fazer mais requisições. Situações destas fariam com que as outras áreas não tivessem a oportunidade de fazer requisições para as rondas desejadas.

Posto isto, definiram-se os limites de acordo com cada área de Torcedura para os intervalos de tempo de 4h, como se pode ver na Tabela 19.

Tabela 19 - Limitação de paletes imposta em cada área de Torcedura

Área	Limite Paletes
Torcedura DCT2	16
Torcedura SA	
Torcedura SE	4
Malhas	6

Ao aplicar esta imposição, o resultado esperado seria a redução da diferença dos pedidos efetuados por cada hora de entrega.

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

A discussão de resultados tem como objetivo a validação das propostas implementadas e a análise da viabilidade de possíveis propostas de melhoria. Neste capítulo é realizada uma análise crítica das fases do projeto implementadas na empresa, bem como as suas dificuldades e os seus sucessos. É feita também uma comparação entre os resultados obtidos e a situação da fábrica antes de ser implementada qualquer medida de melhoria

Nesta secção serão apresentados e comparados os resultados obtidos com a análise feita inicialmente na C-ITA. Para uma melhor compreensão dos resultados, considera-se a situação “**Inicial**” relativa ao intervalo de tempo antes de implementar qualquer quadro de melhoria. A situação “**Intermédia**” é inerente à fase de ajustes na implementação do *Mizusumashi*, e por fim, a fase “**Final**” refere-se ao ponto de situação atual com o correto funcionamento do sistema implementado.

7.1 Análise das requisições de MP efetuadas pelas áreas de Produção

Em primeiro lugar são analisados os resultados obtidos relativamente às requisições de MP feitas pela produção. Como já foi referido, as requisições anteriormente eram feitas a partir de uma folha que trazia as seguintes especificações para cada encomenda: código SAP e descrição da MP, número de paletes e o tipo de torcedor que ia consumir a MP requisitada. Esta folha era entregue no início da manhã às 8h de segunda a sexta-feira e caso houvesse algum pedido urgente durante o dia, esse era feito na hora. Assim, com este sistema, o operador do armazém entregava as paletes todas requisitadas no período da manhã e início da tarde. No gráfico da Figura 52, pode ser feita a comparação entre as fases analisadas do nível de requisições feitas por área de Torcedura.

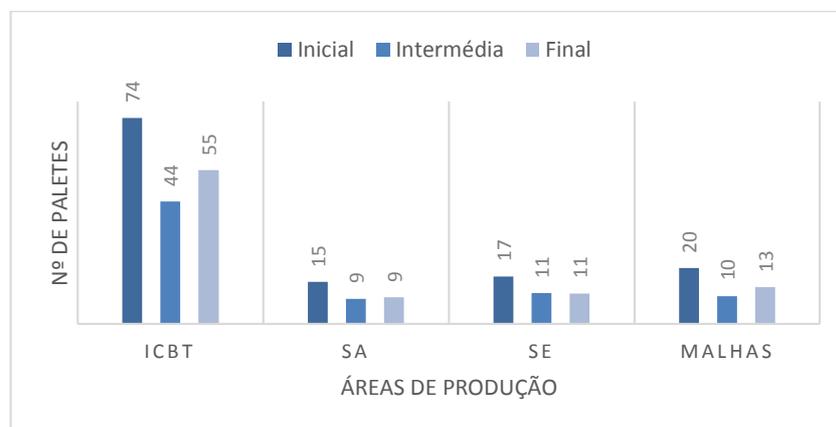


Figura 52 - N° médio de requisições feitas por área de Torcedura

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Examinando com atenção o gráfico, verifica-se uma clara descida das requisições feitas entre a situação “Inicial” e as restantes. No entanto, a fase “Intermédia” parece estar com valores médios de requisições mais baixos do que a fase “Final”. Esta diferença devia ser inversa, uma vez que foram aplicadas medidas de melhoria seria suposto obter melhores resultados. Porém, esta situação foi analisada mais de perto e foi feita uma análise informal, em conjunto com os operadores, para perceber o sucedido. Foi solicitado aos operadores que facilitassem todas as folhas disponíveis das requisições já realizadas e, após uma breve análise, notou-se a existência de pedidos acrescentados à mão nestas folhas geradas pelo programa. Por inúmeras vezes, os operadores da produção responsáveis por fazer as requisições não as faziam de forma a satisfazer as necessidades dos turnos seguintes e então pediam a MP diretamente ao operador do armazém.

Uma vez que estes resultados foram obtidos exclusivamente a partir de um histórico gerado pela ferramenta de transmissão de informação, só constam valores que foram registados a partir da interface da produção.

Assim, surge a pergunta, “Como ter a certeza que na fase Final não sucedeu a mesma falha?”. Em resposta, foi feita também uma análise às mesmas folhas e, a partir da data em que foi implementado o novo sistema, verificaram-se casos em que o pedido foi feito diretamente, no entanto eram casos pontuais onde o total de paletes era praticamente irrelevante.

Coloca-se ainda a questão, “Que aspeto influenciou esta disparidade?”. Os acertos que foram efetuados ao longo da utilização da ferramenta foram os responsáveis para que deixasse de acontecer estas irregularidades.

A imposição de um intervalo de tempo máximo para fazer pedidos para a ronda em que se pretendia fazer a requisição, fez com que os operadores começassem a fazer com mais antecedência os pedidos e a planear melhor as necessidades de paletes. Caso faltasse alguma MP ainda tinham tempo para adicionar pedidos.

A introdução de um limite de paletes a requisitar por área e por ronda conduziu também a uma melhor planificação dos pedidos. Esta restrição resultou num nivelamento dos pedidos, fazendo com que os operadores da produção fizessem os pedidos já para os turnos seguintes, e numa considerável redução das requisições efetuadas.

Na Figura 53 pode analisar-se com mais detalhe a diferença das requisições com e sem um limite de paletes imposto. Apesar dos altos e baixos, presentes no gráfico, relativos à linha

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

“Com limites”, esta transparece um comportamento constante comparativamente ao caso “Sem limites”. As variações de requisições devem-se aos picos de abastecimento dos torcedores. Isto é, apesar dos níveis produção apresentarem valores constantes, o abastecimento dos torcedores não se rege por horário fixo. Por consequência, alguns turnos deparam-se com uma maior necessidade de MP.

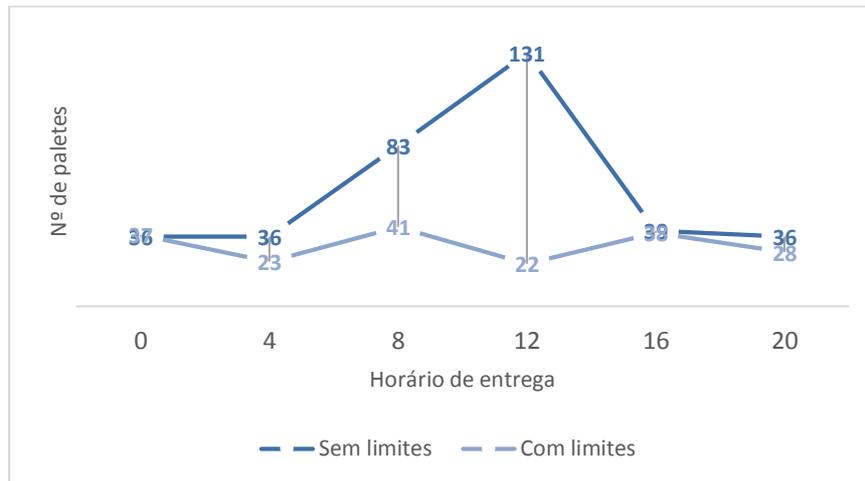


Figura 53 - Análise do histórico de requisições feitas por ronda de entrega de MP

Toda esta análise feita ao nível de requisições é ainda insuficiente para declarar se aconteceu ou não, uma clara redução à área ocupada pelas paletes de MP no chão de fábrica.

7.2 Análise da área ocupada por MP no *shop floor*

Para identificar mais efeitos resultantes da implementação do *Mizusumashi*, procedeu-se à contagem de paletes presentes nas áreas de produção da Torcedura durante o período de 1 mês e meio. Os resultados obtidos estão expressos na Figura 54.

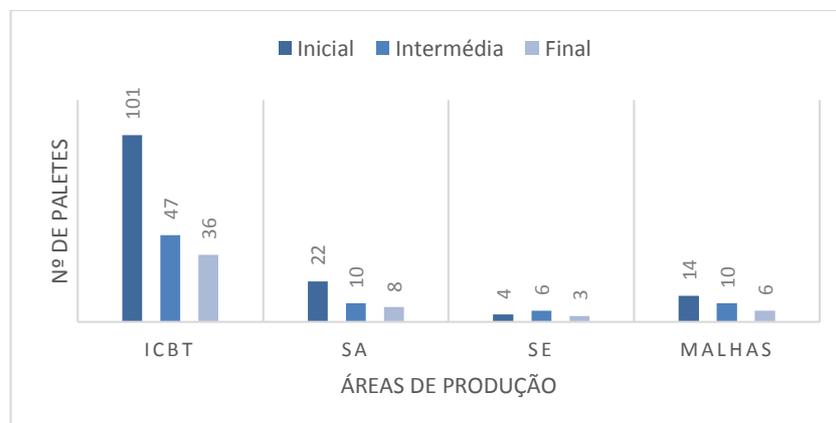


Figura 54 - Nº médio de paletes de MP no chão de fábrica

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Comparando os valores do *stock* médio, nota-se explicitamente entre cada fase uma redução da área ocupada entre a fase “Inicial” e as restantes. Esta diminuição deveu-se primeiramente à marcação dos *buffers*, pois obrigava os operadores a alocar as paletes apenas nos espaços disponibilizados e, posteriormente, pela utilização do programa que resultou na redução de requisições de paletes.

Relativamente às fases seguintes, verifica-se uma ligeira redução de número de paletes de MP da situação “Intermédia” para a “Final”. Esta melhoria é a reflexão dos efeitos causados pelos acertos realizados, como já foi explicado anteriormente. Para obter o espaço real ocupado, foi feita a associação entre o número médio de paletes existentes no chão de fábrica e as suas dimensões. Assim atingiu-se desfecho exposto na Tabela 20.

Tabela 20 - Área ocupada por MP nas áreas de Torcedura

Área ocupada (m ²)	ICBT	SA	SE	Malhas
Inicial	145	32	6	20
Intermédia	68	14	9	14
Final	52	11	5	9

A aplicação de todas as medidas implementadas resultou numa redução de 64% da área total ocupada nas áreas de Torcedura ICBT e SA, 18% na área da SE e 57% na área das Malhas. Na

Figura 55 pode analisar-se melhor a comparação entre as áreas e as fases.

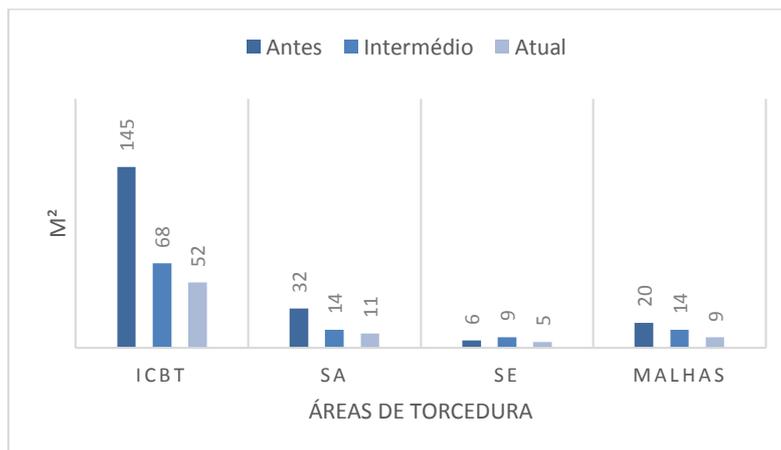


Figura 55 - Comparação da área ocupada por paletes no chão de fábrica

8. PROPOSTAS DE MELHORIA

Uma das limitações deste projeto consistia em utilizar apenas os recursos já existentes e disponibilizados pela empresa. Neste capítulo são apresentadas algumas propostas de melhoria do sistema de abastecimento interno que envolveriam investimento financeiro.

8.1 Implementação de um Comboio Logístico

Após a implementação do *Mizusumashi*, a distribuição da MP continua a ser feita com o auxílio de um carro empilhador, transportando duas paletes de cada vez. Este meio de transporte traz algumas desvantagens:

- Transporte de menor quantidade de paletes de uma só vez;
- Movimentações em excesso (ver Figura 56).

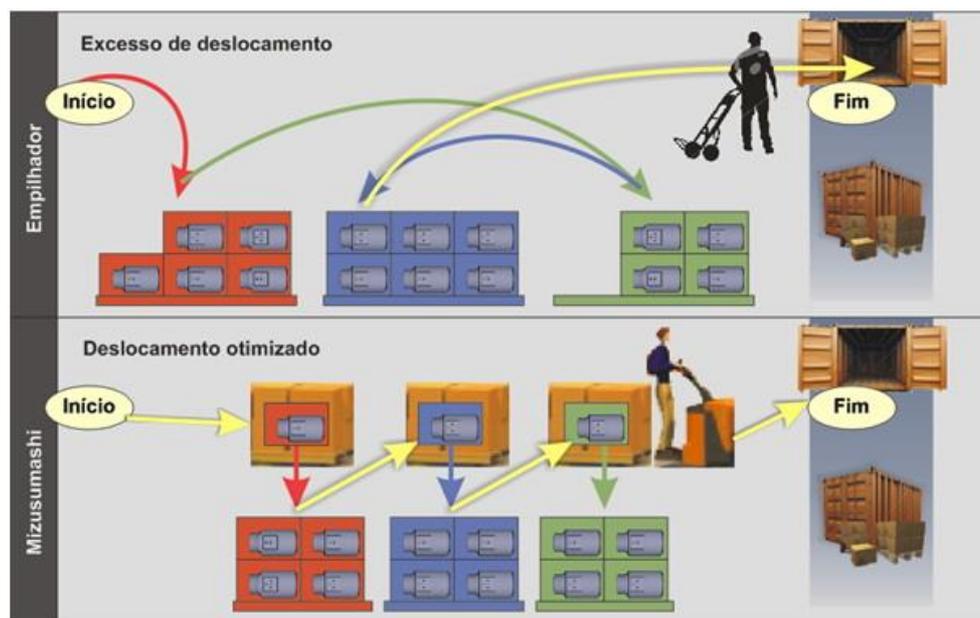


Figura 56 - Empilhador vs Mizusumashi (Takt, 2011)

A aquisição de um comboio logístico na C-ITA envolveria as seguintes vantagens:

- Libertação de um empilhador. Atualmente, a quantidade de empilhadores existentes na empresa não é capaz de satisfazer eficientemente as necessidades da sua utilização. Com a implementação de um comboio logístico, haveria pelo menos mais um empilhador à disposição;
- Ao invés de entregar paletes, duas a duas, poderiam ser entregues mais paletes de uma só vez, reduzindo assim as movimentações de transporte desnecessárias;

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

- Redução das manobras associadas à distribuição de MP, visto que o empilhador requer uma condução extremamente cuidadosa para não danificar outros materiais;
- Redução do deterioramento do piso, pois deixaria de existir a necessidade de empurrar paletes com os garfos do empilhador.

A proposta do percurso a fazer pelo *Mizusumashi* com um comboio logístico dentro da fábrica está representada a partir de um itinerário marcado a vermelho na Figura 57.

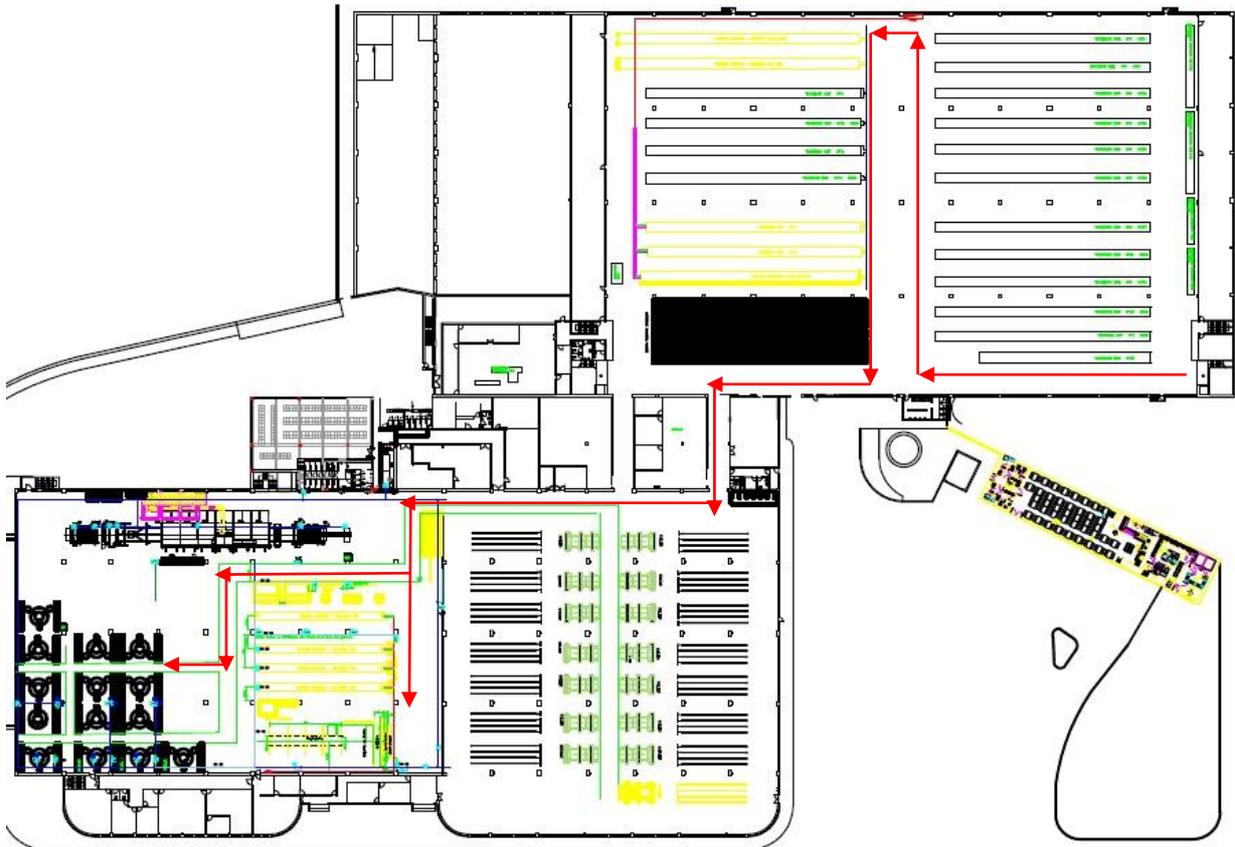


Figura 57 - Percurso do Mizusumashi no Piso 0

Posto isto, foi feita uma análise ao mercado associado à venda de comboios logísticos. Os materiais necessários são: um carro rebocador, 4 plataformas móveis e 4 braços amovíveis para fazer a ligação entre as plataformas e o carro rebocador. Após entrar em contato com alguns fornecedores foram obtidas informações mais específicas acerca dos materiais, incluindo os preços de cada um. As informações recolhidas são apresentadas de seguida.

a) **Trator rebocador elétrico**



Figura 58 - Carro Rebocador

A Figura 58 refere-se a um reboque especialmente estreito, para a deslocação de cargas até 3000 kg. É o equipamento ideal para áreas estreitas. O acoplamento de vários atrelados permite variar de forma arbitrária as superfícies de carga. Isto contribui para uma movimentação flexível e rentável de materiais. Adicionalmente, é assegurada uma boa visibilidade do acoplamento a partir de qualquer posição, assim como um fácil acesso. O desengate remoto semiautomático (opcional) permite o acoplamento/desacoplamento de atrelados, sem que o operador tenha de descer da plataforma. (informações fornecidas pela empresa *JAC heavy duty*). Na Tabela 21 são apresentadas informações adicionais ao carro rebocador.

Tabela 21 - Informações relativas ao carro rebocador da marca JAC

Capacidade de carga (kg)	Largura (Alnahhal et al.)	Altura (Alnahhal et al.)	Velocidade máx. (km/h)	Raio de viragem (Alnahhal et al.)	Força de tração (N)	Preço (euros)
3000	745	1500	5,5	1290	1000	4837

b) **Plataforma Móvel**



Figura 59 - Plataforma móvel

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

A Figura 59 é alusiva a uma plataforma móvel com 4 cantos para receção de guardas de encaixe. Possui rodas em poliamida Ø 200 x 50 mm, antimarca, proporcionam condução leve e elevada resistência química. Tem a opção de aplicar o sistema central de travagem TOTALSTOP. Os rodízios são em diferentes materiais, 2 fixos e 2 giratórios com travão (informações fornecidas pela empresa *Equipleva*). Na Tabela 22 são apresentadas informações adicionais à plataforma móvel, disponibilizadas pela empresa *Equipleva*.

Tabela 22 - Informações relativas à plataforma móvel do fornecedor Equipleva

Artigo N.º	Capacidade de carga (kg)	Plataforma (C x L)	Dimensão da paleta (C x L)	Altura (Alnaha l et al.)	Tipo de rodas (Ø x L)	Peso (kg)	Preço (euros)
22882	1000	1210 x 1010	1200 x 1000	282	200 x 50 - Poliamida	35	284

c) Braço amovível ou Reboque retrátil



Figura 60 - Braço amovível ou reboque retrátil

O braço amovível combinado com a plataforma móvel, apresentado na Figura 60, permite transportar até 5 plataformas em comboio, à velocidade máxima de 6 km/h, suportando uma carga até 2000 kg. A sua composição é chapa de aço. Na posição de descanso, o reboque é retráctil. Possui um pino de acoplamento robusto do lado dos rodízios fixos. Tem o preço de 180 euros cada um (informações fornecidas pela empresa *Equipleva*).

A combinação das plataformas móveis com o carro rebocador daria origem ao comboio logístico representado na Figura 61.

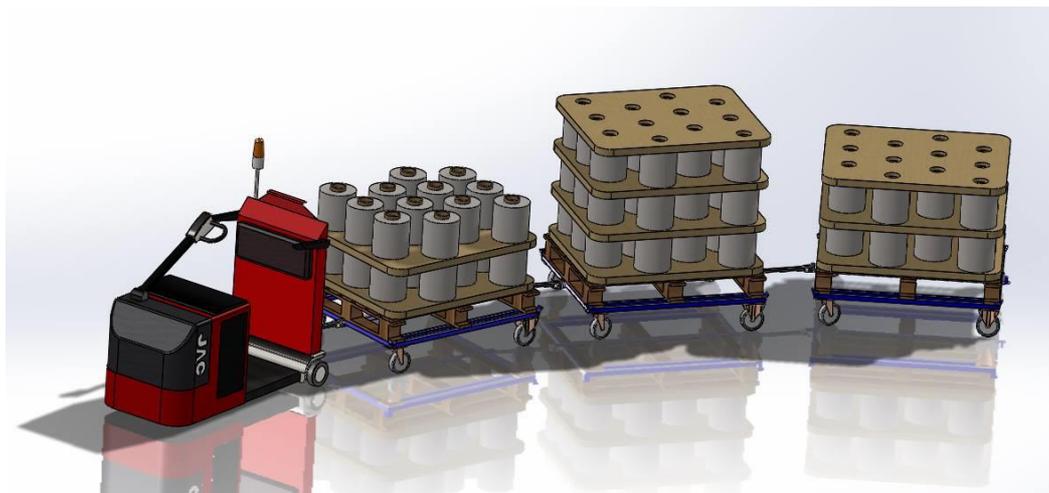


Figura 61 - Projeto do comboio logístico construído em Solidworks

Foi também analisada a hipótese de aproveitar as plataformas móveis para permitir a mobilidade das paletes de MP no *shop floor*. A ideia seria a seguinte: ao longo do seu circuito, o *Mizusumashi*, deixaria as plataformas móveis juntamente com as paletes de MP nos locais indicados. Posteriormente, o operador da produção poderia aplicar à plataforma móvel, um acessório (ver figura 62), que facilitasse a mobilidade da paleta ao longo do torcedor.

d) Acessório amovível



Figura 62 - Acessório amovível para aplicar nas plataformas móveis

Este acessório possui ganchos para encaixe na plataforma, permite deslocação confortável e ergonómica. Cada peça desta custa 174 euros.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Para concretizar esta proposta, seriam necessárias cerca de 62 plataformas móveis, 58 correspondentes aos espaços disponíveis na produção para alocar paletes mais 4 para assegurar plataformas para atrelar ao rebocador. Seria ainda importante adquirir pelo menos 10 acessórios amovíveis para as plataformas para utilizar nas áreas da produção.

Assim sendo, o custo total da implementação de um sistema com comboio logístico na C-ITA, rondaria os 24900 euros.

Apesar de todas estas vantagens apresentadas, a implementação de um *Mizusumashi* iria adicionar novas tarefas associadas ao uso de comboio logístico, tais como: colocar as paletes em cima das plataformas, engatar/desengatar as plataformas do rebocador, colocar sucata nas plataformas. Portanto, o tempo que se iria poupar a fazer menos viagens de distribuição de MP, acabaria por ser substituído em parte pelo tempo adicional das tarefas expostas.

Considere-se então, na Tabela 23, uma estimativa dos tempos necessários para cumprir a distribuição da MP com um comboio logístico para um exemplo na área da Torcedura DCT2.

Tabela 23 - Tarefas de transporte da área de Torcedura DCT2

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa	Duração (min) (2 paletes)
Torcedura DCT2	Matéria-Prima	Recolha da matéria-prima no lote	1
		Agrupar e tirar os plásticos das paletes de MP na área de expedição junto ao monta-cargas do armazém	2,92
		Alocar as paletes em cima das plataformas	1
		Acondicionar a carga no monta-cargas	1,48
		Engatar as plataformas e retirar-las do monta-cargas	1,5
		Transportar paletes de MP para junto dos torcedores onde são necessárias	0,75
	Resíduos	Engatar as plataformas com sucata e as plataformas vazias	1,5
		Transporte da sucata e das plataformas vazias	0,75
		Alocar as plataformas no monta-cargas	1,48
		Descarregar a carga para um espaço provisório em frente ao monta-cargas no armazém	1,36
	Transportar a sucata para uma área destinada ao seu armazenamento no armazém	1,26	

Foi feita então uma simulação com a alteração dos tempos apresentados, no capítulo anterior, na Tabela 22, para calcular a mão-de-obra necessária com a implementação de um *Mizusumashi* em todas as áreas de Torcedura. O resultado está na Tabela 24.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Tabela 24 - Nova Simulação da mão-de-obra

Tarefas de transporte	Sistema Atual		Sistema c/ comboio logístico	
	Viagens (min) / turno	Homens/turno	Viagens (min) / turno	Homens/turno
1. Distribuição de Matéria-Prima e recolha da sucata	368,52	0,82	290,63	0,65
2. Recolha de <i>Scrap</i>	14,07	0,03	14,07	0,03
3. Armazenamento de Malhas	57,39	0,13	57,39	0,13
Total	439,98	0,98	362,09	0,81

O ganho obtido no percurso de distribuição de MP e recolha de sucata, seria de 0.17 homens/turno (0,82-0,65 homens/turno). O sistema sem o comboio logístico necessita de um operador para executar as tarefas do *Mizusumashi*. Com a implementação do comboio logístico esta necessidade de mão-de-obra poderia ser melhor aproveitada, uma vez que o operador teria oportunidade para efetuar outras atividades relacionadas com a movimentação de materiais. Uma possível atividade a introduzir, seria a receção de MP. Assim, poderia transferir-se o operador responsável por essa tarefa para outra área.

No Anexo IV, podem ser analisadas um outro cenário onde são apresentados os resultados das simulações realizadas para todas as atividades de movimentação de materiais, para calcular a mão-de-obra necessária.

Concluindo, a implementação de um sistema com *Mizusumashi* dentro da fábrica poderia resultar na transferência de um operador. Esta poupança traduz-se num valor de 28600 euros por ano (custo da mão-de-obra de um operador por ano). Uma vez que o custo de aquisição o comboio logístico foi estimado com um valor de 24900 euros, em menos de um ano este investimento estaria amortizado.

8.2 Redimensionamento do tamanho das bobinas

Como já foi referido na secção 4.1, a necessidade de bobinar pontas e bobinas com dimensões excedentes ao admitido pelas máquinas, causa grandes custos e entropias na organização do espaço fabril. Assim, foi feito um estudo de um possível redimensionamento das bobinas de MP, no caso concreto da MP R073250101 que é a mais bobinada de origem. Foram criados dois cenários diferentes, o primeiro baseia-se em encomendar bobinas, ao fornecedor, que possuam o diâmetro correspondente ao diâmetro de capacidade máxima do pote. O segundo

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

cenário consiste em encomendar bobinas com a massa necessária para fazer 1 *doff*, isto é, no final de produzir uma bobina de cabo, a bobina de MP que se coloca na esquinadeira (parte superior) do fuso do torcedor fica na medida correta para passar diretamente para o pote. A análise das propostas terá que clarificar os ganhos relativamente a:

- Custos de transporte
- Custos de armazenagem
- Custos do fornecedor
- Área ocupada

Na tabela seguinte estão representados os cálculos necessários para analisar a viabilidade das propostas apresentadas. Para obter os dados presentes na Tabela 25, foi necessário recorrer a medições das bobinas e das paletes.

Tabela 25 - Análise das propostas apresentadas

	Atual	Proposta 1	Proposta 2
Raio da bobina de MP (m)	0,15	0,11	0,13
Volume da bobina de MP (m³)	0,02	0,01	0,01
Kg da bobina de MP com tubo	12,78	5,66	9,56
Kg bobine de cabo	9,26	9,26	9,26
Kg de MP consumida/bobina de MP	4,63	4,63	4,63
1º <i>Doff</i>	8,15	1,03	4,93
Largura palete (m)	1,12	1,12	1,1
Comprimento palete (m)	1,2	1,2	1,1
Altura palete (m)	1,05	1,05	1
Nº de bobinas por largura da palete	3	4	4
Nº de bobinas por comprimento da palete	4	5	4
Nº de bobinas por altura da palete	3	3	3
Nº de bobinas por palete	36	60	48
Kg palete	460,08	339,85	458,88
Nº de paletes por camião	40	40	40
Nº de bobinas por camião	1440	2400	1920
Kg de MP por camião	18403	13594	18355

Após examinar os resultados obtidos, pode constatar-se que, a capacidade de fio de MP em quilogramas por camião é maior na situação atual. No entanto, como já foi referido, o tamanho atual das bobinas requiere a necessidade de recorrer ao processo da bobinagem.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

A proposta 1 revela uma diferença acentuada na capacidade de fio de MP por camião comparativamente ao sistema em funcionamento, deste modo, esta hipótese é excluída do estudo.

A proposta de resolução do problema exposto que mais se aproxima da capacidade atual por camião é a proposta 2, apresentando uma diferença de menos 48Kg de capacidade por camião relativamente à atual. Apesar da perda de massa, esta mudança iria trazer poupança de recursos humanos na bobinagem e libertação de espaço no chão de fábrica. A proposta 2 necessita 1920 bobinas alocadas em 40 paletes por camião, proporcionando assim o mesmo espaço ocupado no armazém.

A Figura 63 é inerente a um separador do tipo de palete utilizada no presente, cada palete tem 3 separadores, ou seja, 3 camadas de bobinas (3 andares), com o arranjo de *layout* deste separador.

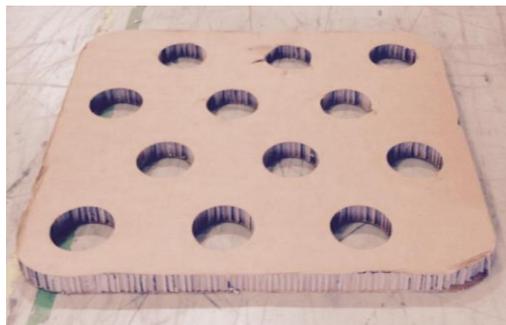


Figura 63 - Organização de um separador da palete atual com capacidade para 36 bobinas

Na Figura 64, podemos verificar um possível rearranjo do *layout* dos separadores da palete associada à MP em estudo, que permite alocar 48 bobinas por palete ao invés de 36 como o existente.

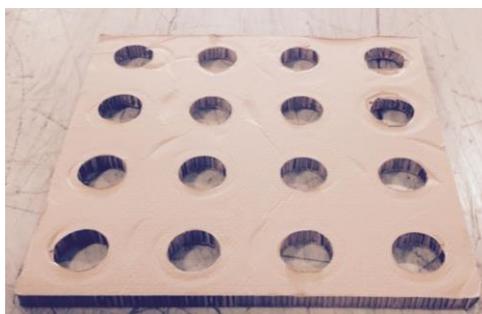


Figura 64 - Proposta de um separador de palete com capacidade para 48 bobinas

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

9. CONCLUSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais relativas ao desenvolvimento e resultados do projeto e a proposta de trabalhos a desenvolver no futuro.

9.1 Considerações finais

O *Lean Manufacturing* oferece uma variedade de ferramentas que permite às empresas melhorar os seus processos. O objetivo deste projeto consistia em aumentar a eficiência da logística interna nos processos de abastecimento à produção da empresa, a partir da aplicação de ferramentas *Lean*, nomeadamente, o *Mizusumashi* e o *e-Kanban*.

Um dos resultados deste projeto foi a redução de 50% na ocupação de *stock* no chão de fábrica através da implementação de um *Mizusumashi*. A concentração de todas as tarefas de movimentação, que não acrescentam valor ao produto, numa equipa logística permitiu libertar ocupação da mão-de-obra pertencente às áreas de produção. Foi então possível transferir operadores dessas áreas para o novo sistema de abastecimento de materiais, ao invés de contratar novos trabalhadores. A introdução da ferramenta *e-Kanban* possibilitou a melhoria do fluxo de informação entre as áreas de produção e o armazém, evitando erros cometidos devido à falta de comunicação. Estes efeitos enunciados contribuíram assim para uma melhor gestão e organização da produção.

Apesar da melhoria no abastecimento interno da fábrica ter sido bem-sucedida, surgiram algumas dificuldades ao longo deste projeto. Durante a fase de testes e de aplicação do sistema *Mizusumashi*, alguns operadores mostraram-se céticos quanto à sua exequibilidade. Uma vez que esta intervenção exige a utilização de computadores, os operadores tiveram receio que a sua falta de experiência tornasse a utilização do *e-Kanban* num obstáculo à entrega de MP. A necessidade de recorrer a ajustes durante a fase inicial de introdução do *Mizusumashi*, também contribuiu para o ceticismo os operadores. No entanto, poucos dias após a implementação de todo o sistema de abastecimento, os operadores revelaram-se satisfeitos com os resultados.

A implementação de um sistema de logística interna de *Lean* na empresa trouxe confiança e grandes expectativas para futuras intervenções de melhoria como, por exemplo, a implementação de um comboio logístico.

Por vezes, as empresas têm receio em adotar um sistema de abastecimento como o do *Mizusumashi* devido à necessidade de um grande investimento financeiro, que geralmente está

associado a este tipo de aplicação, principalmente em relação à sua gama de equipamentos. Neste caso, foi possível comprovar que a capacidade para aplicar ferramentas *Lean* funcionais pode ser feita pela melhoria da utilização de equipamentos existentes. Assim, é possível partir para maiores investimentos em equipamento para um período de médio prazo em que as soluções já estão firmemente estabelecidas na cultura da empresa.

Em trabalhos futuros a empresa gostaria de entender o impacto potencial dos sistemas *Mizusumashi* sobre a execução global e necessária mudança de cultura para implementar ferramentas *Lean*. Este desejo está relacionado com a mudança positiva no comportamento dos operadores sobre a sua disponibilidade e colaboração para utilizar e melhorar o sistema *Mizusumashi*, ao longo da sua implementação. Os trabalhadores puderam sentir e experienciar a diferença entre o antigo e o novo método de distribuição de materiais.

9.2 Trabalhos futuros

No projeto desenvolvido houve alguns pontos que não foram abordados, devido a falta de tempo e recursos, assim, rumo à melhoria contínua, sugere-se os seguintes trabalhos futuros:

a) Aperfeiçoamento das estratégias desenvolvidas e aplicadas na empresa

Os tempos relativos às tarefas de transporte foram medidos de acordo com as necessidades do projeto, e por isso o tamanho da amostra foi determinado com base na duração do projeto. Posto isto, deverá ser feita uma nova medição dos tempos das tarefas de transporte de acordo com um tamanho de amostra conveniente para o estudo de modo a obter tempos mais precisos. Com os resultados desta nova extração, deverá ser feita uma introdução destes valores na ferramenta de simulação construída para obter novos valores relativos à mão-de-obra. Esta atualização pode mostrar ligeiras variações das necessidades de mão-de-obra.

Outra proposta de futuro trabalho, seria testar a introdução do horário de entrega de MP com um intervalo de tempo de 6h ao invés de 4h, indo assim ao encontro do estudo que foi realizado na secção 0. Para tal, seria necessário proceder à modificação dos horários apresentados na ferramenta de transmissão de informação e ajustar os limites de requisição de MP para este intervalo. Esta alteração seria viável caso o operador do armazém conseguisse entregar a MP dentro do tempo que tem destinado para o efeito, e caso as entregas realizadas conseguissem satisfazer as necessidades da produção.

b) Implementação das propostas de melhoria apresentadas que não foram aplicadas

Estudar com a empresa a possibilidade de instalar um comboio logístico na fábrica e analisar os recursos disponíveis para passar à sua implementação. Para tal, seria necessário fazer uma análise mais abrangente do mercado de equipamentos de transporte logísticos de modo a obter a melhor proposta.

Estudar a possibilidade do fornecedor da MP R073250101 conseguir satisfazer a proposta apresentada na secção 8.2.

c) Medidas relativas à organização da produção

Uma vez que o uso de empilhadores e porta-paletes danifica com frequência o chão da fábrica e conseqüentemente as marcações dos *buffers* efetuadas, recomenda-se a substituição da fita amarela utilizada nas marcações dos buffers, por tinta amarela.

Esta alteração deverá ser feita quando o sistema do *Mizusumashi* estiver a funcionar com eficiência.

Por fim sugere-se que se faça uma intervenção 5S's (Figura 65) a todo o funcionamento atual do *Mizusumashi*.



Figura 65 - Esquema dos 5S's criado pelo CBS

Com o desenvolvimento e implementação das soluções apresentadas, espera-se que a C-ITA consiga atingir os resultados esperados com a aplicação de um sistema completo do *Mizusumashi*. Os efeitos expectáveis seriam a redução máxima de desperdícios relativamente ao abastecimento interno e a redução de atividades que não acrescentam valor à cadeia de valor da empresa.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alnahhal, M., Ridwan, A., & Noche, B. (2014). *In-plant milk run decision problems*. Paper presented at the Logistics and Operations Management (GOL), 2014 International Conference on.
- Arezes, P. M. F. M., & Costa, L. F. T. G. (2003). *Introdução ao estudo do trabalho*.
- Ballou, R. H. (2007). *Business Logistics/Supply Chain Management*: Pearson Education India.
- Black, J. T. (2007). Design rules for implementing the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3639-3664. doi: 10.1080/00207540701223469
- Carvalho, J. C., & Dias, E. B. (2004). *Estratégias Logísticas: Como servir o cliente a baixo custo*.
- Chang, T. M., & Yih, Y. (1994). Generic kanban systems for dynamic environments. *International Journal of Production Research*, 32(4), 889.
- Coimbra, E. (2008). The Total Flow Management Model. *Kaizen forum*.
- Coimbra, E. (2009). *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*: Kaizen Institute.
- ContiMaborOnline. (2010). Continental Retrieved 4 de Abril 2015
- Continental, C. A. (2011). Alemanha: Continental.
- Courtois, A., Martin-Bonnefois, C., Pillet, M., & Costa, H. (1997). *Gestão da produção*.
- Dahlgaard, J. J., & Dahlgaard-Park, S. M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. *TQM Magazine*, 18(3), 263-281.
- Droste, M., & Deuse, J. (2012). A planning approach for in-plant milk Run processes to optimize material provision in assembly systems *Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability* (pp. 604-610): Springer.
- Eriksson, S. (2013). Visual replenishment methods in manufacturing industry and suggestion for a decision tool.
- Fusco, J. P. A. (2007). *Operações e gestão estratégica da produção: Arte & Ciência*.
- Gyulai, D., Pfeiffer, A., Sobottka, T., & Váncza, J. (2013). *Milkrun vehicle routing approach for shop-floor logistics*. Paper presented at the Procedia CIRP.
- Hanson, R., & Finnsgård, C. (2014). Impact of unit load size on in-plant materials supply efficiency. *International Journal of Production Economics*, 147, 46-52.
- Harris, C., Harris, R., & Wilson, E. (2004). 5 Steps to Implementing a Lean Material Handling System: Society of Manufacturing Engineers.
- Ichikawa, H. (2009). *Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly*. Paper presented at the Winter Simulation Conference.
- Jarupathirun, S., Ciganek, A. P., Chotiwanakawmanee, T., & Kerdpitak, C. (2009). *Supply Chain Efficiencies Through E-Kanban: A Case Study*. Paper presented at the International Conference on IT to Celebrate S. Charmonman's 72nd Birthday.
- Jina, J., Bhattacharya, A. K., & Walton, A. D. (1997). Applying lean principles for high product variety and low volumes: some issues and propositions. *Logistics Information Management*, 10(1), 5-13.
- Jones, D. T., Hines, P., & Rich, N. (1997). Lean logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(3/4), 153-173. doi: 10.1108/09600039710170557
- Junior, C. C. M. F. (2010). Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde. *INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção*, 2(9), 104-112.
- Karlsson, C., & Norr, C. (1994). Total Effectiveness in a Just-in-Time System. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(3), 46-65. doi: 10.1108/01443579410058522
- Koste, L. L., & Malhotra, M. K. (1999). Theoretical framework for analyzing the dimensions of manufacturing flexibility. *Journal of Operations Management*, 18(1), 75-93.
- Levine, G. (1997). The fate of time study. *he Industrial Advisor*.
- Lewis, P., Thornhill, A., & Saunders, M. (2007). *Research methods for business students*: Pearson Education UK.
- Li-fang, W., Fan-Sen, K., Yu-chun, W., Shao-zhong, S., & Jing-hua, C. (2012). *Planning and application research on JIT logistics information system for auto parts*. Paper presented at the World Automation Congress (WAC), 2012.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

- Liker, J. K. (2005). *The toyota way*: Esensi.
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2012). Implementar o modelo de produção Lean na ITV: porquê e como? *Nova Têxtil*, 99, 18-23.
- Marodin, G. A., Eckert, C. P., & Saurin, T. A. (2012). Avançando na implantação da logística interna lean: dificuldades e resultados alcançados no caso de uma empresa montadora de veículos. *Revista Produção Online*, 12(2), 455-479.
- Miller, J. (2010). The Milk Run vs. the Water Spider. *Quality Digest Magazine*.
- Millington, A., Millington, C., & Cowburn, M. (1998). Local assembly units in the motor components industry: a case study of exhaust manufacture. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(2), 180-194.
- Monden, Y. (1998). *Toyota production system: An integrated approach to just-in-time engineering and management press*. IEE, Norcross, GA.
- 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), 155-166. doi: 10.2507/ijstimm05(4)3.066
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production system : beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Pattanaik, L. N., & Sharma, B. P. (2008). Implementing lean manufacturing with cellular layout: a case study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 42(7-8), 772-779. doi: 10.1007/s00170-008-1629-8
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. Lisboa: Lidel, Edições técnicas.
- Ramos, A. G., Lopes, M. P., & Avila, P. S. (2013). Development of a Platform for Lean Manufacturing Simulation Games. *Tecnologias del Aprendizaje, IEEE Revista Iberoamericana de*, 8(4), 184-190.
- Roldão, V., & Ribeiro, J. S. (2007). *Gestão das Operações: Uma abordagem integrada. 1ª Edição, Lisboa: Monitor*.
- Roos, D., Womack, J. P., & Jones, D. (1990). *The Machine that Change the World–The Story of Lean Production*. Rawson/Harper Perennial, New York.
- Rother, T. (2011). Less empty runs with milk run and tugger train systems. *Maschinen Markt*.
- Savino, M. M., & Mazza, A. (2015). Kanban-driven parts feeding within a semi-automated O-shaped assembly line: a case study in the automotive industry. *Assembly Automation*, 35(1), 3-15. doi: 10.1108/aa-07-2014-068
- Shook, J., & Rother, M. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*: Lean Enterprise Institute.
- Silva, C. (2011). *Organização de Sistemas da Produção. I, V01.11*(Universidade do Minho), 180.
- Singh, B., & Sharma, S. K. (2009). Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing firm. *Measuring Business Excellence*, 13(3), 58-68. doi: 10.1108/13683040910984338
- Stock, J. R., & Lambert, D. M. (2001). *Strategic logistics management* (Vol. 4): McGraw-Hill/Irwin Boston, MA.
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean–Metodologias Kaizen para a melhoria contínua. LeanOp, 1ª Edição, Setembro de, 2010*, 129-133.
- Takt, C. L. (2011). Simulação Mizusumashi vs. Empilhador. <http://takttime.net/artigos-lean-manufacturing/jit-lean-manufacturing/lean-Mizusumashi/simulacao-Mizusumashi-vs-empilhador/>. Retrieved 29/05/2015, 2015
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Simon and Schuster.

ANEXO I - ANÁLISE SWOT

Foi realizada uma análise SWOT do abastecimento interno da C-ITA, com o objetivo de promover a análise dos quatro cenários intervenientes nesta ferramenta.

Tabela 26 - Análise SWOT do abastecimento interno de matérias-primas

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none">• Poder económico para investir num sistema tecnologicamente avançado para melhorar o abastecimento interno;• Espírito de melhoria contínua por parte da empresa;• Polivalência dos operadores.	<ul style="list-style-type: none">• Acessos limitados e difíceis entre as áreas de produção do piso 0 e o armazém;• Falta de disponibilidade por parte dos trabalhadores existentes inicialmente;• Baixa capacidade de interação com tecnologias por parte dos operadores.
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none">• Maior controlo dos gastos com matéria-prima uma vez que esta se encontra à consignação no armazém;• Redução de desperdícios de movimentações e transportes relacionados com o abastecimento interno;• Maior rastreabilidade das paletes de matéria-prima.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de espaço nas áreas de produção causada pelo excesso de paletes de matéria-prima no chão de fábrica;• Bobinas de MP danificadas por estarem mal posicionadas no espaço fabril;• Perda de rastreabilidade de matéria-prima.

A elaboração desta matriz SWOT veio confirmar a necessidade de intervir no sistema de abastecimento interno. Este estudo deu origem à estrutura dos elementos positivos e negativos do quadro principal deste projeto.

ANEXO II - PROPOSTA DE LAYOUT PARA ALOCAR A MP NO SHOP FLOOR

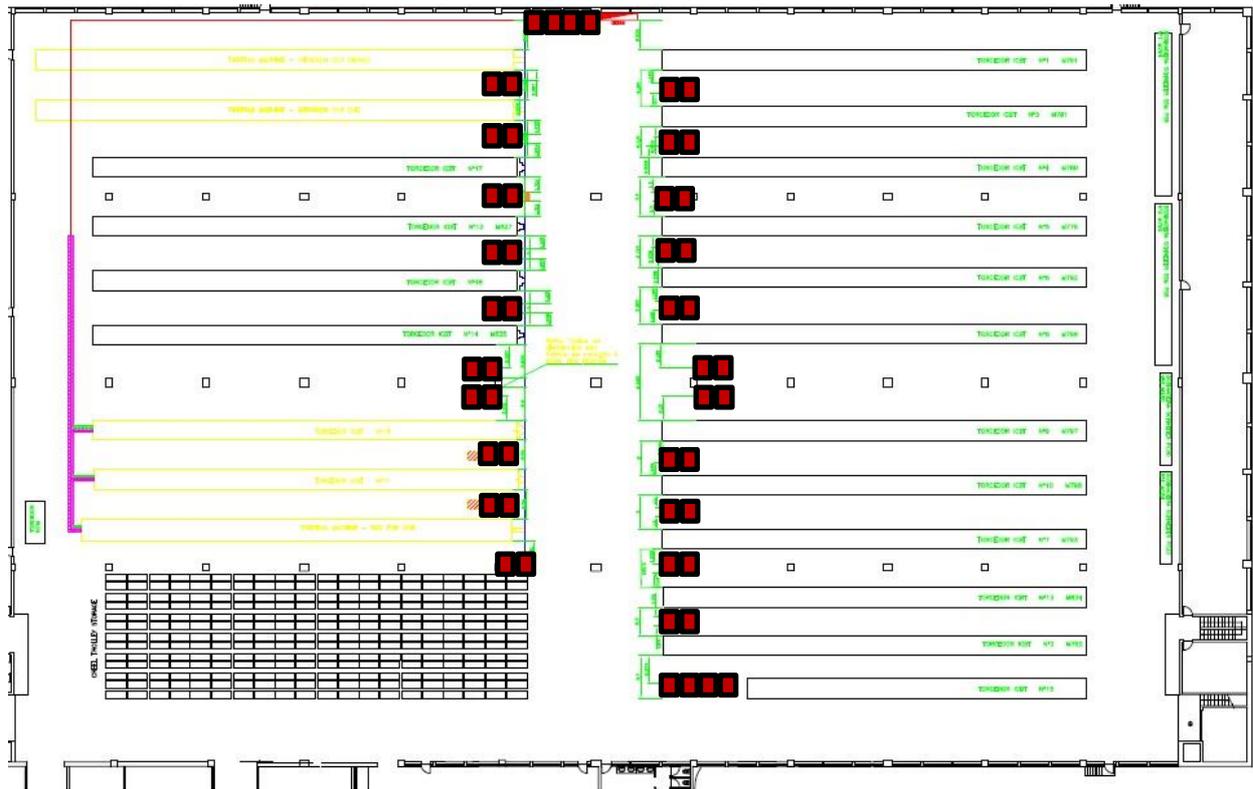


Figura 66 - Proposta de alocação de paletes na área de Torcedura DTC2

ANEXO III - ATIVIDADES RELACIONADAS COM MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

Receção de matéria-prima

Por norma, a fábrica recebe 3 vezes por dia carregamentos de camião com MP, no turno das 8h às 17h de segunda a sexta-feira, por um operador do armazém.

Tabela 27 - Tarefas de receção de Matéria-Prima

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Armazém	-	Tirar lista
		Selecionar rolos
		Inserir dados no SAP
		Imprimir nota
		O operador procura um local livre no armazém para a nova matéria-prima
	Paletes de Matéria-Prima	Com o empilhador, o operador recolhe 2 paletes de matéria-prima do camião e coloca-as no seu espaço designado, empilhando as paletes 3 a 3, e regressa ao camião

Expedição de produto acabado

A expedição de produto acabado também é feita 3 vezes ao dia no mesmo horário que a receção de MP, e precisa de uma equipa de 5 operadores para fazer o carregamento das Malhas e de 2 ou 3 operadores para fazer os restantes carregamentos.

Tabela 28 - Tarefas de expedição do produto acabado

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Armazém	-	Tirar a listagem
		Selecionar rolos e anotar
		Introduzir informação no SAP
		Imprimir nota de peso e colocá-la em cada produto
	Tecido Impregnado	Carregar rolo DF no empilhador e transporta-o para o camião e regressa
	Cabo Impregnado	Carregar duas caixas DC no empilhador, empilhadas, transporta-as para o camião e regressa
	Malha Acabada	Carregar 3 rolos HF no empilhador, transporta-los para o camião e regressar ao armazém

Tarefas Logísticas

As tarefas de transporte de materiais entre áreas de produção ou entre locais muito próximos do armazém, atualmente, são da responsabilidade dos operadores da produção. No entanto, o pretendido pela empresa é que estas atividades sejam alocadas a uma equipa apenas responsável

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

por este tipo de tarefas logísticas, de forma a concentrar as tarefas que não acrescentam valor ao produto.

Tabela 29 - Tarefas associadas aos recursos humanos da produção

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Tecelagem	Tecido em Verde	Transportar rolos de Tecido em Verde para o monta-cargas com destino ao armazém
		Pesagem e inserção de dados inerentes ao rolo de Tecido em Verde no SAP e armazenamento do rolo
Zell	Tecido Impregnado	Transportar rolos de Tecido em Verde para serem processados na Zell
		Armazenar rolos de Tecido Impregnado
Single End	Cabo Impregnado	Armazenar paletes de Cabo Impregnado
Armazém	Caneleiras	Transportar caneleiras para o local de teste
		Testar caneleiras (Esta tarefa ocorre ocasionalmente)
		Transportar caneleiras para o seu devido local
		Transporte e teste de caneleiras
Zell e Single End	Químicos	Transporte de Químicos
Torcedura e Single End	Cabo em Verde não metrado	Transportar Cabo em Verde não metrado para uma área de espera ao lado dos torcedores da Single End para serem pesados

As tarefas descritas na seguinte Tabela 30 também são da responsabilidade dos operadores da produção, no entanto estão apresentadas à parte pois é uma atividade que ocorre várias vezes ao dia.

Tabela 30 - Transporte de Carros de esquinadeira

Área	Objeto a Movimentar	Descrição da tarefa
Tecelagem	Cabo em Verde	Transportar de esquinadeiras com Cabo em Verde para a Tecelagem (4 esq)
	Carros vazios	Arrumar carros de esquinadeira vazios (4 esquinadeiras)
SA	Cabo em Verde	Carregar Monta-Cargas da SA com Cabo em Verde
		Transporte das esquinadeiras/paletes no monta-cargas
		Transporte das esquinadeiras/paletes para os teares da Tecelagem
	Carros vazios	Carregar Monta-Cargas carros de esquinadeira vazios
		Transporte das esquinadeiras no monta-cargas
		Arrumar carros de esquinadeira vazios

ANEXO IV - SIMULAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA NECESSÁRIA

Neste anexo é apresentado o estudo equivalente ao da secção 8.1. No entanto, na Tabela 31 são incluídas todas as tarefas relacionadas com a movimentação de materiais.

Tabela 31 - Mão-de-obra necessária para a movimentação de materiais

Tarefas de transporte	Sistema Atual		Sistema com comboio logístico	
	Viagens (min) / turno	Homens/ turno	Viagens (min) / turno	Homens/ turno
1. Distribuição de Matéria-Prima e recolha da sucata	368,52	0,82	290,63	0,65
2. Recolha de <i>Scrap</i>	14,07	0,03	14,07	0,03
3. Armazenamento de Malhas	57,39	0,14	57,39	0,13
4. Receção de Matéria-Prima	76,88	0,17	76,88	0,17
5. Expedição de produto acabado	601,01	1,34	601,01	1,34
6. Tarefas logísticas	104,57	0,51	104,57	0,50
Total	1222,44	3,01	1444,55	2,82

O total de operadores no sistema atual necessário para satisfazer as tarefas 1, 2 e 3 é de 0,98 homens/turno, ou seja, 1 operador. Para o conjunto de tarefas 4,5 e 6 são necessários 3 operadores (2,01 homens/turno).

Com a implementação de um comboio logístico, o ganho obtido no percurso de distribuição de MP e recolha de sucata seria de 0,17 homens/turno (0.82-0.65 homens/turno). Este proveito pode resultar na realocação de um operador. Visto que as tarefas de receção de MP apresentam uma necessidade de 0,17 homens/turno, as respetivas tarefas podem passar a ser da responsabilidade do Mizusumashi. Assim, a soma dos homens/turno do conjunto de tarefas de transporte 1,2,3 e 4 seria 0,98, o equivalente a 1 operador. As atividades 5 e 6 ficariam ao encargo de outros 2 operadores do armazém.

Resumindo, com a implementação de um comboio logístico a equipa logística passaria a ser composta por 3 operadores, havendo assim a poupança de 1 operador relativamente à situação atual. Estes operadores seriam: 1 operador responsável pelo sistema Mizusumashi e pelas atividades 1,2,3 e 4, e 2 operadores de armazém com a obrigação de cumprir as tarefas das atividades 5 e 6.

Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil na indústria automóvel

Esta poupança traduzir-se-ia num valor de 28600 euros por ano (custo da mão-de-obra de um operador por ano). Uma vez que o custo de aquisição o comboio logístico foi estimado com um valor de 24900 euros, em menos de um ano este investimento estaria amortizado.