



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Helena Isabel Valadar Pires

Melhoria do fluxo e abastecimento de materiais aplicando ferramentas Lean numa empresa de aplicações têxteis para indústria automóvel

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da(s)

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Professora Doutora Maria do Sameiro Carvalho

Outubro de 2016

DECLARAÇÃO

Nome: Helena Isabel Valadar Pires

Endereço eletrónico: lenavpires@gmail.com Telefone: 916131334

Número do Bilhete de Identidade: 14081759

Título da dissertação: Melhoria do fluxo e abastecimento de materiais aplicando ferramentas Lean numa empresa de aplicações têxteis para indústria automóvel

Orientador (es): Professora Doutora Anabela Carvalho Alves e Professora Doutora Maria do Sameiro Carvalho

Ano de conclusão: 2016

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:

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Ao longo deste percurso existe um conjunto de pessoas às quais não posso deixar de agradecer.

Antes de mais, às professoras orientadoras, Doutora Anabela Alves e Doutora Maria do Sameiro Carvalho, pela disponibilidade, apoio e ensinamentos transmitidos.

Aos meus pais e irmã por estarem sempre presentes e porque, sem eles, nada disto seria possível.

Ao Rui, por todos os motivos e mais algum.

Em geral, à C-ITA e a todos os colaboradores pela oportunidade de desenvolvimento deste trabalho e, em particular, aos estagiários pelas trocas de conhecimento, apoio, entreaajuda e companheirismo.

A todos os que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

O meu muito obrigada a todos os que fizeram parte desta etapa!

RESUMO

A presente dissertação, desenvolvida em ambiente industrial na Continental – Indústria têxtil do Ave (C-ITA) no âmbito da conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) da Universidade do Minho, teve como principal foco a melhoria do fluxo e abastecimento de materiais aplicando ferramentas *Lean*. A empresa, que se integra no ramo automóvel, tem como produtos finais tecido impregnado, cabo impregnado e malhas termofixadas.

A metodologia de investigação na qual se baseia esta dissertação foi o *Action-Research* iniciando-se com a revisão bibliográfica e, posterior diagnóstico e análise crítica do sistema de abastecimento de materiais existentes na empresa. O diagnóstico realizado revelou alguns problemas relacionados com o fluxo de materiais, nomeadamente: falta de uma equipa dedicada à logística interna, inexistência de rotas de distribuição normalizadas, quer das matérias-primas e sucata, quer de produtos finais, desorganização e falta de visibilidade no armazém de matérias-primas. Ao longo desta fase foram usadas ferramentas de diagnóstico como o VSM, o diagrama de Ishikawa e métodos de avaliação ergonómica.

Assim, para resolver estes problemas foram elaboradas e apresentadas propostas de melhoria, pois tornou-se necessário definir a equipa de logística interna, melhorar as rotas de distribuição de matéria-prima, definir as rotas de distribuição de *scrap* (desperdício com algum valor comercial), sucata (desperdício sem valor comercial), produtos intermédios e produtos finais, reorganizar o armazém de matérias-primas e produtos finais e, por último, melhorar a gestão visual no armazém.

Como resultados, espera-se obter destas propostas algumas melhorias como a melhoria das rotas de distribuição e recolha de materiais e o melhor aproveitamento do espaço de armazenamento através da reorganização do mesmo, aumentando em 11% o espaço dedicado às malhas termofixadas, 10% ao cabo impregnado e reduzindo 10% do espaço dedicado ao tecido impregnado. Para além disso, espera-se ainda que as movimentações e transportes sejam reduzidos em 2% no caso das malhas termofixadas, 31% no caso do cabo impregnado e 6% no tecido impregnado.

Palavras-Chave: Lean Production, Logística interna, Fluxo de materiais, Ferramentas *Lean*.

ABSTRACT

This thesis, which was performed in an industrial environment at Continental – Indústria Têxtil do Ave (C-ITA), concluding the Masters Degree of the course of Industrial Engineering and Management (MIEGI) of University of Minho has as its main focus the improvement of the material flow applying Lean tools. This company is integrated in the automotive field and has as its final products impregnated textile, impregnated cable and termofixed mesh.

The research methodology in which this dissertation was based on was the Action-Research, beginning with the elaboration of a bibliography review and after that, the diagnosis and critical analysis of the initial situation of the company were made. During this phase, diagnosis tools as VSM, Ishikawa diagram and ergonomic evaluation methods were used.

Some proposals were made and presented in order to solve these problems because it was necessary to define the internal logistics team, to improve the routes for distribution of raw material, to define the routes for distribution of scrap (it represents commercial value), waste (it has no commercial value), intermediate products and finished goods, to reorganize the raw material and finished goods warehouses and for last, to improve the visual management in the warehouse.

As a result, it is expected to obtain some improvements such as the optimization of the routes for distribution and picking of material and the reorganization of the warehouse, increasing 11% of the space dedicated to the termofixed mesh, 10% of the space for impregnated cable and decreasing 10% of the space for impregnated textile. Besides that, it is also expected a reduction of 2% on the movements and transportations for thermofixed mesh, 31% for impregnated cable and 6% for termofixed textile.

Keywords: Lean Production, Internal logistics, Materials flow, Lean tools.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Índice.....	xi
Lista de Figuras.....	xv
Lista de Tabelas.....	xix
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xxi
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação.....	4
2 Revisão bibliográfica.....	5
2.1 <i>Lean Production</i> e os princípios do <i>Lean Thinking</i>	5
2.1.1 Toyota Production System (TPS).....	7
2.1.2 Desperdícios.....	8
2.2 Ferramentas e técnicas <i>Lean</i>	10
2.2.1 Mapeamento da cadeia de valor.....	10
2.2.2 5S e Gestão visual.....	11
2.2.3 Kanban.....	13
2.2.4 <i>Standard work</i>	13
2.3 Benefícios e limitações da aplicação da filosofia Lean.....	14
2.4 Cadeia de Abastecimento e Logística.....	15
2.4.1 Principais atividades da logística associadas à armazenagem.....	17
2.4.2 <i>Lean Logistics</i>	19
2.5 Síntese e considerações finais do capítulo.....	20
3 Apresentação da empresa.....	23
3.1 Identificação e localização.....	23

3.1.1	Cadeia de Abastecimento	24
3.2	Grupo Continental	24
3.2.1	Continental em Portugal	25
3.2.2	Continental Business System	26
3.3	Estrutura organizacional da empresa da C-ITA	27
3.4	Layout fabril e processo produtivo.....	27
3.4.1	Layout geral.....	27
3.4.2	Processos produtivos.....	30
4	Descrição e análise crítica da situação atual	39
4.1	Funcionamento do sistema de logística interna	39
4.1.1	Abastecimento de matéria-prima.....	39
4.1.2	Recolha de produto final	41
4.1.3	Transporte entre áreas produtivas.....	42
4.2	Constituição e funções da equipa de logística	45
4.3	Armazenamento.....	46
4.4	Análise crítica e identificação de problemas	48
4.4.1	Análise do fluxo e abastecimento de materiais usando o VSM.....	48
4.4.2	Falta de organização e espaço no armazém	50
4.4.3	Falta de normalização de rotas e adequado transporte	54
4.4.4	Limitações ergonómicas associadas à movimentação de materiais.....	57
4.4.5	Não existência de uma equipa de logística interna.....	63
4.4.6	Síntese de problemas identificados	64
5	Apresentação de propostas de melhoria	67
5.1	Definição de áreas e gestão visual no armazém	67
5.1.1	Armazenamento de Matéria-Prima	67
5.1.2	Armazenamento de Produto Final e criação de zona de preparação.....	70
5.1.3	Gestão visual no armazém.....	73
5.2	Redefinição de rotas de abastecimento e distribuição.....	74
5.2.1	Rota para as Malhas	74

5.2.2	Rota para a torcedura	76
5.2.3	Rota para a torcedura SA.....	77
5.2.4	Rota para a tecelagem	78
5.2.5	Rota para a Single End	78
5.2.6	Rota para a Zell	79
5.2.7	Frequência das rotas	79
5.3	Meios e tipos de transporte adequados.....	84
5.3.1	Falta de ligação entre carros de transporte entre áreas produtivas	84
5.3.2	Estrutura para transporte de malhas	85
5.3.3	Revisão de procedimentos para transporte adequado de rolos de tecido em verde	85
5.4	Melhoria do ficheiro de requisições.....	86
5.5	Definição da Equipa de logística Interna.....	91
6	Análise e discussão de resultados	93
6.1	Melhor e mais rápido registo na requisição de MP	93
6.2	Melhoria das rotas e dos locais de armazenamento	93
6.2.1	Identificação mais rápida das áreas de Matéria-prima e Produto Final.....	94
6.2.2	Redução do número de viagens realizadas para armazenar malhas termofixadas	96
6.2.3	Melhoria das condições ergonómicas do transporte de rolos de tecido em verde.....	97
6.2.4	Redução do tempo gasto para ligar os carros de esquinadeira	97
6.3	Redução do tempo de transporte de produto final	97
7	Conclusão.....	101
7.1	Conclusões	101
7.2	Trabalho futuro.....	103
	Referências Bibliográficas	105
	Anexo I – Estrutura organizacional da C-ITA	111
	Anexo II – Área produtiva – Torcedura	112
	Anexo III – Áreas produtivas – malhas e tecelagem	113
	Anexo IV – Planta parcial piso -1	114
	Anexo V – Salão de torcedura piso -1	115
	Anexo VI – Fluxo de MP	116

Anexo VII – Requisição de MP.....	117
Anexo VIII – Análise ABC da MP.....	118
Anexo IX – Tecidos impregnados e respetiva metragem.....	119
Anexo X - VSM.....	120
Anexo XI – Análise ergonómica - movimentação das malhas termofixadas.....	121
Anexo XII – Análise ergonómica - movimentação dos rolos de tecido em verde.....	125
Anexo XIII – Tempos de transporte em cada rota.....	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lean - modelo iceberg (Hines et al., 2011)	7
Figura 2 - Casa TPS (Pereira, 2003).....	7
Figura 3 - Benefícios da implementação da filosofia Lean (Melton, 2005)	14
Figura 4 - Processos da GCA (Handfield, Monczka, Giunipero, & Patterson, 2012).....	16
Figura 5 - Vista aérea das instalações da C-ITA.....	23
Figura 6 - Logotipo do Grupo Continental	25
Figura 7 - Área produtiva – torcedura.....	28
Figura 8 - Áreas produtivas - malhas e tecelagem.....	28
Figura 9 - Planta parcial do piso -1.....	29
Figura 10 - Secção de torcedura no piso -1	29
Figura 11 - Processo produtivo - Malhas termofixadas	30
Figura 12 – Tear circular	30
Figura 13 - Rolo de malha em verde	31
Figura 14 - Râmula.....	31
Figura 15 - Processo produtivo - Tecido impregnado.....	32
Figura 16 - Torcedor	32
Figura 17 - Albufeira	33
Figura 18 - Alimentação do tear	33
Figura 19 - Zell	34
Figura 20 - Bobinadeira	35
Figura 21 - Esquinadeira com pontas.....	35
Figura 22 - Processo produtivo alternativo - Tecido impregnado.....	36
Figura 23 - Processo produtivo - cabo impregnado	36
Figura 24 – Máquina de Impregnação Single End	37
Figura 25 - Processo produtivo alternativo - Cabo impregnado.....	37
Figura 26 - Linner.....	38
Figura 27 - Fluxo de MP nas instalações fabris.....	40
Figura 28 – Fluxo de PF no piso -1.....	41
Figura 29 - Fluxo das malhas termofixadas.....	42

Figura 30 - Fluxo de materiais entre áreas produtivas - Piso 0.....	43
Figura 31 - Rolos de tecido em verde em espera	45
Figura 32 – Layout atual do Armazém	46
Figura 33 - Zona de preparação	47
Figura 34 - Corredor existente na parte do armazenamento de PF	47
Figura 35 - Corredor existente na parte do armazenamento de MP	48
Figura 36 - VSM do artigo R0685701AF	49
Figura 37 - Análise ABC da requisição de MP	50
Figura 38 - Análise do espaço de armazenamento - Malhas termofixadas	51
Figura 39 - Análise do espaço de armazenamento - Tecido impregnado.....	52
Figura 40 - Análise do espaço de armazenamento - Cabo impregnado.....	52
Figura 41 - Colocação dos produtos finais no armazém	53
Figura 42 - Cabo e tecido impregnado.....	53
Figura 43 - Número de paletes entregues por rota.....	54
Figura 44 – WIP bobinas de cabo	55
Figura 45 - Local de espera dos rolos de tecido em verde.....	55
Figura 46 - Modo de transporte de malhas termofixadas.....	56
Figura 47 – Método KIM: Amplitude do risco (adaptado de Klussman, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H. & Rieger, 2010)	58
Figura 48 – Método Rula: Níveis de ação, (adaptado de McAtamney & Nigel Corlett, 1993)	59
Figura 49 - Colocação dos rolos nas pás do empilhador	59
Figura 50 - Posicionamento dos rolos no caminhão.....	60
Figura 51 - Colocação de cintas	61
Figura 52 - Níveis de ação REBA (adaptado de Hignett & McAtamney, 2000).....	62
Figura 53 - Movimentação dos rolos até ao monta-cargas.....	62
Figura 54 - Produtividade perdida por turno no transporte de PF	64
Figura 55 - Diagrama de causa-efeito da ineficiência do sistema logístico.....	65
Figura 56 - Proposta para as áreas de MP no armazém de MP.....	70
Figura 57 - Proposta de realocação dos PF	71
Figura 58 - Quadro Andon.....	73
Figura 59 - Prioridade associada ao transporte.....	74
Figura 60 – Alternativa 1 rotas para transporte de malhas termofixadas - Piso 0.....	75

Figura 61 - Opções de rotas para transporte de malhas termofixadas - Piso -1	75
Figura 62 - Buffers torcedura	77
Figura 63 - Buffers torcedura SA.....	77
Figura 64 - Buffers tecelagem	78
Figura 65 - Buffers Single End.....	78
Figura 66 - Buffer Zell	79
Figura 67 - Simulador de transporte.....	80
Figura 68 - Exemplo 1 do cálculo do tempo de rota	81
Figura 69 - Exemplo 2 do cálculo de tempo de rota	82
Figura 70 - Janela temporária para as rotas	82
Figura 71 - Tempo necessário para as rotas segundo os valores de consumo da produção	84
Figura 72 - Elemento de ligação: funcionamento	84
Figura 73 - Estrutura para transporte de malhas termofixadas	85
Figura 74 - Carro de mão: transporte de rolos de tecido em verde	85
Figura 75 - Prioridade dos pedidos.....	86
Figura 76 - Menu inicial ante e depois da introdução da proposta de melhoria do ficheiro	87
Figura 77 - Submenu ICBT	88
Figura 78 – Comparação: Submenu Single End	88
Figura 79 – Comparação: submenu tecelagem	89
Figura 80 – Comparação: submenu Saurer Allma	89
Figura 81 - Comparação: submenu Malhas	90
Figura 82 - Submenu Químicos.....	90
Figura 83 - Folha de requisições atual.....	91
Figura 84 - Proposta - Folha de requisições	91
Figura 85 - Espaço de armazenamento de tecido impregnado - Proposta.....	94
Figura 86 - Espaço de armazenamento de malhas termofixadas – Proposta	95
Figura 87 - Espaço de armazenamento de cabo impregnado – Proposta	95
Figura 88 - Tempo de transporte de PF	98
Figura 89 - Estrutura organizacional da C-ITA adaptado de (Moutinho, 2015).....	111
Figura 90 - Planta parcial Piso 0 - Área produtiva Torcedura	112
Figura 91 – Planta parcial Piso 0 - Áreas produtivas: Malhas e Tecelagem.....	113
Figura 92 – Planta parcial Piso -1 – Áreas produtivas: impregnação e armazém	114

Figura 93 - Planta parcial Piso -1 - Área produtiva da Torcedura	115
Figura 94 - Fluxo de MP nas instalações fabris	116
Figura 95 - Menu Inicial	117
Figura 96 - Submenu: seleção do material, local de entrega e rota	117
Figura 97 - Análise ABC - tabela de cálculo.....	118
Figura 98 - Metros de tecido impregnado	119
Figura 99 – VSM do artigo R0685701AF.....	120
Figura 100 - Folha de cálculo RULA	124
Figura 101 - Folha de cálculo REBA	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estratégias de alocação de produtos (adaptado de Bartholdi & Hackman, 2014)	18
Tabela 2 - Transportes entre células, número máximo de unidades por turno	44
Tabela 3 - Análise ABC - Média mensal de paletes por classe	50
Tabela 4 - Aplicação do método KIM - tarefa 1	59
Tabela 5 - Aplicação do método RULA - tarefa 2	60
Tabela 6 - Aplicação do método RULA - tarefa 3	61
Tabela 7 - Aplicação do método REBA.....	63
Tabela 8 - Resumo de problemas identificados.....	64
Tabela 9 - Plano de ações - 5W2H	68
Tabela 10 - MP agrupadas por rotação.....	69
Tabela 11 - Área necessária para os diferentes materiais	71
Tabela 12 - Comparação das alternativas dos percursos para as malhas	76
Tabela 13 - Vantagens e desvantagens de cada percurso	76
Tabela 14 - Consumos da produção e quantidade de produto final por turno	83
Tabela 15 - Especificação das tarefas do novo colaborador.....	92
Tabela 16 - Síntese das alterações propostas	96
Tabela 17 - Minimização do número de viagens	96
Tabela 18 - Ligação entre carros de esquinadeira.....	97
Tabela 19 - Perda de produtividade associada ao transporte de PF.....	99
Tabela 20 - Perda de produtividade associada ao transporte de produtos intermédios.....	99
Tabela 21 - Atividades da rota das Malhas termofixadas	126
Tabela 22 - Atividades da rota da Torcedura.....	126
Tabela 23 - Atividades da rota da Torcedura SA.....	127
Tabela 24 - Atividades da rota da Tecelagem.....	127
Tabela 25 - Atividades da rota da Single End	127
Tabela 26 - Atividades da rota Zell.....	127
Tabela 27 - Tabela de auxílio ao cálculo da frequência das rotas – Análise da MP entregue	128

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AA – *Adision actived*

CBS – *Continental Business System*

C-ITA – *Continental - Indústria Têxtil do Ave*

C-Mabor – *Continental Mabor*

JIT – *Just In Time*

KIM – *Key Indicator Method*

MP – *Matéria Prima*

nAA – *Non adision actived*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

RULA – *Rapid Upper Limb Assessment*

REBA – *Rapid Entire Body Assessment*

SWIP – *Standard Work in Process*

VSM - *Value Stream Mapping*

WIP – *Work In Process*

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação, realizada em ambiente industrial na empresa Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A., daqui por diante designada de C-ITA, surge no âmbito da conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. Neste primeiro capítulo é feito um enquadramento dos temas em estudo, são apresentados os objetivos que se esperam alcançar, a metodologia de investigação e, por fim, a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Ao longo dos últimos anos a sociedade quotidiana tem vindo a tornar-se cada vez mais competitiva sendo que, hoje em dia, a dinâmica evolutiva é essencial para que as empresas consigam adaptar-se ao ambiente em que se encontram. Para isso, é necessário melhorar e controlar os processos para reduzir custos e melhorar o serviço ao cliente de forma a manter o carácter competitivo das empresas. Assim, é fundamental que exista a implementação de metodologias que consigam planear e controlar de forma eficaz o fluxo de pessoas, materiais e informações desde o ponto de origem (fornecedores) até ao ponto de consumo (clientes) não esquecendo porém nenhum dos processos envolventes tais como a produção, o armazenamento, a gestão de inventário e o transporte.

Como forma de manter o tão desejado carácter competitivo, muitas empresas têm seguido e implementado a ideologia *Lean Production* (Womack, Jones, & Roos, 1990). A filosofia *Lean* nasceu após a Segunda Guerra Mundial no sector automóvel na empresa japonesa Toyota com o *Toyota Production System* (TPS) e visa melhorar o sistema de produção baseando-se na eliminação de desperdícios. Para além de uma filosofia é também considerada uma estratégia de negócio que tem como objetivo o respeito pelas pessoas e pelo ambiente ao mesmo tempo que garante a entrega atempada de produtos de qualidade a baixo custo obtendo assim a satisfação do cliente (Leite & Vieira, 2015).

Hoje em dia, esta filosofia é utilizada nas mais diversas áreas. A mentalidade *Lean* tem-se traduzido em resultados muito positivos pelas empresas que a adotaram. Verifica-se, no entanto, que algumas organizações não conseguem alcançar os resultados pretendidos devido à compreensão incompleta do conceito *Lean* (Mostafa, Dumrak, & Soltan, 2013). Assim, a aplicação destas abordagens constituiu ainda um grande desafio para a maioria das empresas.

A logística interna tem também evidenciado a sua importância ao longo do tempo visto que contribui para que as organizações alcancem uma vantagem competitiva uma vez que conseguem aperfeiçoar e agilizar grande parte de suas operações de distribuição de matéria-prima (MP) para os locais de alimentação das máquinas, transporte de produtos intermédios entre células e armazenamento de produtos finais. O processo logístico deve preocupar-se com três diferentes aspetos: 1) gestão do fluxo de materiais, informação e capital 2) procura da minimização dos custos e, 3) foco na maximização do nível de serviço (Taboada, 2009). Um recurso importante para melhorar o fluxo de produtos é o *Mizusumashi*, termo este que surge muitas vezes associado ao conceito de *Just In Time* (JIT). O *Mizusumashi* é um manipulador de material que fornece apenas os itens necessários nas quantidades necessárias no momento necessário. Por conseguinte, a eficiência do *Mizusumashi* afeta a produtividade global das células de produção (Ichikawa, 2009).

A empresa onde foi realizado o projeto de investigação desta dissertação tem vindo a implementar ferramentas de *Lean Production* nas áreas diretas, nomeadamente, *Mizusumashi* e *kanban* (Martins, 2014; Matos, 2015) e nas áreas indiretas (Alves, 2015). Esta empresa denomina-se Continental – Indústria Têxtil do Ave (C-ITA) e dedica-se à produção de reforços têxteis e de malhas destinadas à indústria automóvel. Como a C-ITA pretende manter-se competitiva e continuar o crescimento que tem evidenciado sistematicamente ao longo dos últimos anos torna-se essencial a continuação da aplicação de ferramentas *Lean* com vista à eliminação de todos os desperdícios.

Neste contexto surgiu este projeto para continuar o processo de melhoria contínua. Assim, um dos problemas identificados que se pretendeu resolver foi a perda de tempo por parte dos colaboradores da produção no abastecimento dos materiais necessários por não existir uma equipa de logística interna. Desta forma, era gasto muito tempo pelos colaboradores da produção em tarefas que não acrescentavam valor ao produto, devido ao desperdício de deslocações e manuseamento dos materiais.

1.2 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação prendeu-se com a melhoria do fluxo e abastecimento de materiais às secções produtivas da empresa C-ITA recorrendo à aplicação de ferramentas *Lean*. Neste contexto, surgiu a necessidade de melhorar o desempenho do sistema de abastecimento de materiais de modo a obter:

- Redução de esperas;

- Redução de *Work in Process* (WIP);
- Redução de paragens devido a falta de abastecimento;
- Redução de desperdícios.

Foi definida como questão de investigação “Qual a importância da implementação de *Lean logistics* no fluxo e abastecimento de materiais?”.

Ao longo da realização deste projeto foi ainda importante identificar os aspetos críticos para a eficiência do fluxo e abastecimento de materiais. Para alcançar o objetivo acima mencionado foi necessário recorrer às seguintes etapas:

- Definição da equipa de logística interna (número de colaboradores e tarefas);
- Análise das rotas de distribuição de MP e sua redefinição caso necessário;
- Definição das rotas de recolha de sucata, de matéria-prima, intermédios e produtos finais;
- Organização do armazém e redefinição de locais para os artigos;
- Implementação de gestão visual no armazém.

1.3 Metodologia de Investigação

O ponto de partida deste projeto foi a realização de pesquisa de informação em várias fontes bibliográficas com vista à consolidação e aprofundamento dos conhecimentos essenciais à elaboração do mesmo. Os temas a aprofundar relacionam-se com logística interna e *Lean Production* (bem como as suas ferramentas). Após isto, são sintetizadas as informações pertinentes e feito o registo escrito da informação a reter.

A metodologia de investigação utilizada foi a investigação-ação. Esta metodologia caracteriza-se por ser um processo participativo relacionado com o desenvolvimento do conhecimento prático. Tenta juntar ação e reflexão, teoria e prática na busca de soluções. A investigação é ativa e há envolvimento dos colaboradores e não só do investigador (Reason & Bradbury, 2001).

A investigação-ação tem por base a ideia de que as pessoas estão mais propensas a adotar novas formas de trabalhar se eles participarem ativamente no processo de tomada de decisão (Lewin, 1940, citado em Reason & Bradbury, 2001). Esta metodologia é amplamente utilizada nas mais diversas áreas académicas. Segundo (Susman & Evered, 1978) podem ser identificadas cinco fases que se realizam num processo cíclico: diagnóstico, planeamento, implementação, avaliação e especificação da aprendizagem.

Assim, seguindo esta metodologia a primeira fase prendeu-se com o diagnóstico da situação atual da empresa, isto é, verificação do estado atual da empresa relativamente ao fluxo e abastecimento de materiais às áreas produtivas, medindo tempos e fazendo um registo fotográfico para obter os dados relevantes. Foi ainda feita uma análise crítica a esta situação para identificar os problemas existentes utilizando-se ferramentas como *Value Stream Mapping* (VSM), diagramas de Pareto, diagramas de Spaghetti, diagramas de causa-efeito, análise ABC, 5Why, entre outras.

Posteriormente foram definidas propostas de melhorias através da realização de um plano de ações (segunda fase da metodologia de investigação-ação). Estas propostas estiveram relacionadas com as ferramentas *Lean* que se acharam mais adequadas para implementar e que passaram pela redefinição de rotas para o *Mizusumashi*, reorganização do armazém, entre outras.

Posto isto, estimaram-se os resultados das propostas de melhoria definidas e verificou-se a sua viabilidade comparando-se o estado atual com o estado futuro. Concluídas as fases anteriores, procedeu-se à análise e discussão dos resultados obtidos tendo sido importante a verificação do estado de desenvolvimento do projeto bem como análise crítica dos resultados obtidos. Por último, mas não menos importante, concluiu-se a escrita da dissertação onde está descrito o estudo realizado e algumas propostas para estudo futuro.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação encontra-se organizada em sete capítulos. No primeiro capítulo é feito um enquadramento ao tema, seguido da apresentação dos objetivos da presente dissertação. De seguida é apresentada a metodologia de investigação pela qual se rege todo o trabalho desenvolvido sendo ainda apresentada neste capítulo a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica que engloba todos os conceitos fundamentais à realização desta dissertação de mestrado. Prossegue-se (capítulo 3) com a apresentação da empresa e descrição do sistema produtivo.

No quarto capítulo é feita uma descrição da situação atual e análise crítica da mesma surgindo aqui os problemas que se pretendem ver resolvidos com a apresentação de propostas de melhoria que surge no capítulo 5. Após isto, surge a análise e discussão de resultados (capítulo 6) findando-se este trabalho com a apresentação de conclusões e propostas de trabalho futuro que devem ser implementadas (capítulo 7).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se uma revisão dos conceitos relacionados com o tema da presente dissertação. Inicialmente faz-se uma introdução ao conceito *Lean Production*, começando-se por descrever os princípios *Lean Thinking*, o *Toyota Production System* (TPS) e os sete desperdícios que a referida filosofia pretende eliminar. Prossegue-se esta revisão bibliográfica fazendo uma abordagem às ferramentas e técnicas *Lean* a que se recorreu para a elaboração deste trabalho de investigação e referem-se ainda algumas limitações e dificuldades muitas vezes observadas aquando da tentativa de aplicar a filosofia *Lean*. Ulteriormente conclui-se este capítulo abordando o tema da gestão logística onde é evidenciada a importância das estratégias de armazenamento e do conceito *Lean Logistics*.

2.1 *Lean Production* e os princípios do *Lean Thinking*

O conceito de *Lean Production* foi amplamente divulgado como resultado da publicação do livro “The Machine That Changed The World” publicado por James Womack, Dan Jones e Roos na década de 1990 (Womack, Jones and Roos, 1990).

Lean production pode ser definida como uma metodologia de gestão que compreende um conjunto de técnicas que, quando combinadas, permitem a redução e posterior eliminação dos sete desperdícios (sobreprodução, esperas, transportes, inventário, movimentações, sobreprocessamento e defeitos). Através desta metodologia a qualidade é melhorada, o tempo de produção é reduzido e os custos são diminuídos (Villiers, 2008), conseguindo-se assim a melhoria da eficiência, produtividade e qualidade dos produtos produzidos e serviços prestados. Subjacente a esta produção *Lean* está um pensamento que tem vindo a ser desenvolvido desde a segunda metade do século passado e tem, desde então, sido aplicado nas mais diversas indústrias (National Research Council Canada, 2004).

Os cinco princípios do pensamento *Lean* (em inglês *Lean Thinking*) que são considerados o suporte sólido do programa de *Lean Production* são: 1) Valor; 2) Cadeia de valor; 3) Fluxo; 4) Produção *Pull* e 5) Procura da perfeição. Tais princípios implicam identificar o que é valor do ponto de vista do cliente no que diz respeito às especificações do produto oferecidas num determinado tempo e a um preço definido (Womack & Jones, 1996).

Tal como foi referido por Taichi Ohno, um dos principais criadores do *Toyota Production System* (TPS), todo o pensamento industrial deve começar pela definição de valor para o cliente identificando assim o que pode ser considerado *Muda* (termo japonês utilizado para descrever todas as atividades que não

tornam o serviço ou produto mais valioso, isto é, atividades que, do ponto de vista do cliente, são desnecessárias) (Ohno, 1988). Reconhecido o que é valor para o cliente, é necessário ter:

- Fluxo de produção - aspeto que aborda mudanças físicas e padrões de *design*. Este elemento recorre a diversas ferramentas *Lean*, nomeadamente mapeamento do processo, *kanban*, trabalho normalizado, trabalho balanceado, *one-piece flow*, entre outros;
- Organização - aspeto que se foca na identificação das tarefas de cada pessoa e na formação havendo assim o incremento de novas formas de trabalhar e comunicar;
- Controlo do processo - aspeto relacionado com a monitorização, controlo, estabilização e procura de formas de melhorar o processo. Para realizar esta etapa pode recorrer-se também a diversas ferramentas *Lean*, destacando-se a gestão visual, *Poka-yoke*, 5S e instruções de trabalho;
- Métricas - aspeto que aborda o desempenho visível, com base em resultados e o reconhecimento/recompensa da equipa. Entre os aspetos avaliados podem destacar-se: *lead time*, custo total, quantidade em inventário, distâncias percorridas e utilização do espaço produtivo;
- Logística - aspeto que define as regras de funcionamento e mecanismos para planear e controlar o fluxo de materiais. Estes elementos englobam todos os fatores necessários para suportar um programa de *Lean Production* consistente (Feld, 2001).

Estes cinco princípios (fluxo de produção, organização, controlo do processo, métricas e logística) são essenciais para a eliminação dos desperdícios. São fáceis de lembrar mas nem sempre fáceis de alcançar e devem ser vistos como um guia para todos os envolvidos na organização caso se pretenda torná-la *Lean*. Se as pessoas envolvidas não estiverem cientes dos princípios desta filosofia, provavelmente não conseguirão implementá-la e, muito menos, sustentá-la (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011).

Segundo Hogg (2008), *Lean Thinking* pode ser definido como uma cultura cujo objetivo é alcançar uma organização completamente livre de desperdícios e focada na satisfação dos clientes. Esta filosofia é alcançada através da simplificação e melhoria contínua dos processos e relações, criando um ambiente de confiança, respeito e envolvimento de todos os colaboradores.

Hines et al. (2011) apresentaram um modelo (Figura 1) onde referem que para um correto estabelecimento de uma organização *Lean* estável é necessário alcançar cada um dos cinco elementos

representados na Figura 1: estratégia e alinhamento; liderança; comportamento e envolvimento; gestão de processos; tecnologia, ferramentas e técnicas.

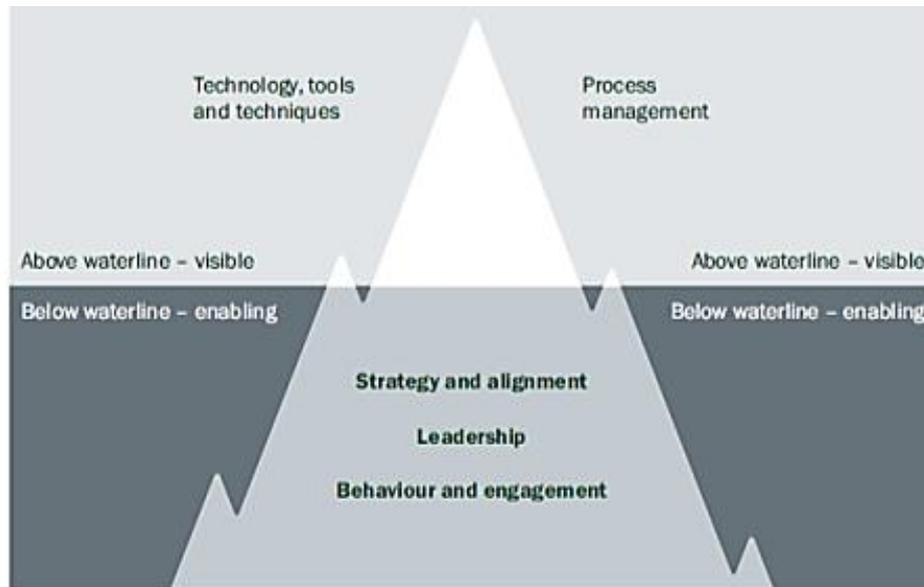


Figura 1 - Lean - modelo iceberg (Hines et al., 2011)

Estes elementos têm de ser alcançados em todos os níveis da organização e não apenas no chão de fábrica (Hines et al., 2011).

2.1.1 Toyota Production System (TPS)

A Toyota desenvolveu o seu sistema produtivo com base em dois conceitos: eliminação do desperdício e utilização de todas as capacidades dos trabalhadores, tratando-os com respeito e com consideração (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977). Para facilitar a compreensão do TPS recorre-se frequentemente à construção de uma casa onde são evidentes três conceitos base e dois pilares, sendo a mesma apresentada na Figura 2.

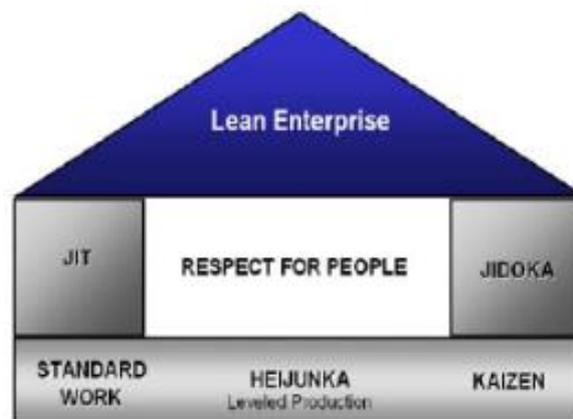


Figura 2 - Casa TPS (Pereira, 2003)

Um dos pilares da casa representa a produção *Just In Time* (JIT). Esta técnica é conhecida por produzir a quantidade certa, no momento oportuno, e no local adequado (Wilson, 2010). Segundo Calvasina (1989), citado por Fullerton e McWatters (2001), JIT pode ser definido como um sistema de controlo da produção que visa minimizar os inventários de matéria-prima (MP) e *Work in Process* (WIP), controlar ou eliminar os defeitos, estabilizar a produção e simplificar o processo de produção continuamente.

O outro pilar representa o *Jidoka*, que se relaciona com a realização de um produto de qualidade e a eliminação, sempre que possível, da oportunidade de produzir defeitos, por outras palavras, representa uma máquina com inteligência humana. Há quatro passos importantes que devem ser mencionados quando se refere o conceito *Jidoka*: detetar a anormalidade ou defeito, parar de fazer o que se tem feito até ao momento (pois há algo errado), corrigir o problema e, por fim, investigar a sua causa e garantir que não se repete. A ferramenta *Poka-Yoke* é muito útil para assegurar que o *Jidoka* é cumprido (Liker & Morgan, 2006).

Na base da casa do TPS pode encontrar-se *heijunka*, trabalho normalizado e *kaizen*. *Heijunka* pode ser definido como o nivelamento do tipo e quantidade da produção durante um período de tempo fixo. Esse nivelamento permite que a produção satisfaça os requisitos dos clientes com eficiência, evitando lotes, tendo assim como resultado a minimização do inventário e respetivos custos: da mão-de-obra e do *lead time* de produção.

O trabalho normalizado é constituído por três elementos: *takt time* (taxa à qual o cliente compra um produto, que é calculada através do quociente entre o tempo disponível para produção e a procura dos clientes por dia), *work sequence* (ordem pela qual um operador realiza operações manuais, é importante analisar este fator para determinar a melhor e mais eficiente forma de os operadores realizarem as suas funções) e *standard work in process* – SWIP (que é calculado pelo quociente do tempo necessário para a realização de um produto - tempo das atividades manuais e automáticas - pelo *takt time*) (Pereira, 2003).

2.1.2 Desperdícios

A metodologia *Lean* procura a eliminação dos sete desperdícios: sobreprodução, sobreprocessamento, defeitos, transporte, movimentações, esperas e inventário. No sentido de uma organização adotar esta filosofia e permanecer segundo estes ideais, é necessário perceber o que os clientes querem a cada momento e o que valorizam. Para satisfazer os clientes é necessário eliminar os desperdícios ou, pelo menos, reduzir as atividades pelas quais estes não estão dispostos a pagar (Hines et al., 2011). Assim

sendo, Shingo, 1989 citado em (Hines et al., 2011) considerou que desperdício é tudo aquilo que não adiciona valor para o cliente e identificou sete tipos de desperdícios, sendo eles:

- Sobreprodução – produzir quantidades superiores às necessidades dos clientes (internos ou externos) ou demasiado cedo, resultando em obsolescência e maior número de defeitos. Há ainda necessidade de utilizar mais recursos, nomeadamente mão-de-obra, espaço e máquinas. As principais causas deste desperdício são a falta de comunicação, sistema de planeamento inadequado e o foco centrar-se em manter os recursos ocupados em vez de satisfazer as necessidades dos clientes. Para reduzir este desperdício pode recorrer-se a um sistema de produção puxada, redução do tempo de *set-up* e à ideologia do *Total Productive Maintenance* (TPM) (Villiers, 2008);
- Defeitos - fraco desempenho dos produtos finais, baixa qualidade dos produtos resultando, por vezes, em devoluções por parte dos clientes, retrabalho e clientes insatisfeitos. As causas são associadas a deficiências nos processos, a colaboradores sem formação necessária e falta à de trabalho normalizado. Como forma de evitar este defeito pode recorrer-se às ferramentas *Poka-yoke*, *Jidoka*, 3P (*Purpose, Process & People*) e *Gemba Sigma* (Shingo, 1989 citado em (Hines et al., 2011));
- Inventário – quantidade de *stock* excessiva, atraso no fluxo de informação tendo como consequência excessivos custos de armazenamento, necessidade de espaço extra e baixo nível de serviço. As principais causas relacionam-se com a existência de um fluxo desequilibrado, previsões imprecisas e lotes com quantidades demasiado elevadas. Para amenizar os efeitos deste desperdício podem, por exemplo, ser utilizados *kanbans* (internos e externos) e podem também reduzir-se os tempos de *set-up* (Hines, Silvi, & Bartolini, 2002);
- Sobreprocessamento – processos desnecessários ou ineficientes. As causas são a existência de ferramentas e equipamentos inapropriados e a falta de manutenção de ferramentas. Para evitar este desperdício pode recorrer-se ao *Lean design* (Villiers, 2008);
- Esperas – longos períodos de inatividade de pessoas, informação ou bens. As principais causas são a existência de métodos de trabalho inadequados, elevados tempos de *changeover*, trabalho não balanceado, inspeção centralizada, falta de prioridades associadas aos artigos e falhas na comunicação. Pode recorrer-se à filosofia *Toyota Production system* (TPS) para solucionar este desperdício (Shingo, 1989 citado em (Hines et al., 2011));

- Movimentações – são consideradas movimentações desnecessárias todas aquelas que não acrescentam valor ao produto ou serviço, sendo que este defeito resulta da má organização do espaço de trabalho (que leva muitas vezes a problemas ergonómicos), fraco *layout* e métodos de trabalho inapropriados. O recurso aos 5S ajuda a reduzir as movimentações (Hines, Silvi, & Bartolini, 2002);
- Transportes – é a movimentação de produtos que não lhes adiciona valor. Inclui a movimentação de materiais de e para o armazém, bem como, movimentação entre áreas produtivas. As principais causas estão associadas ao *layout* funcional da empresa e ao sistema de produção empurrada. A utilização da ferramenta *kanban* e o sistema de produção puxada (pull) tende a amenizar este desperdício, (Hines, Silvi, & Bartolini, 2002; National Research Council Canada, 2004; Villiers, 2008).

2.2 Ferramentas e técnicas *Lean*

Pode-se recorrer a um vasto conjunto de ferramentas *Lean* para implementar *Lean Production* dependendo das necessidades de cada empresa. Os principais objetivos que as empresas procuram ver alcançados com a utilização das ferramentas e técnicas *Lean* passam pela melhoria contínua, redução do tempo de *setup*, prevenção de falhas e nivelamento da produção (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014). Esta secção apresenta algumas ferramentas e técnicas *Lean* relevantes e utilizadas nesta dissertação.

2.2.1 Mapeamento da cadeia de valor

O mapeamento da cadeia de valor ou *Value Stream Mapping (VSM)* é a criação de uma imagem do fluxo de materiais e informações completas desde o momento da requisição do artigo por parte do cliente (Villiers, 2008). O VSM é considerado hoje em dia uma das principais ferramentas *Lean* para mapear o fluxo. O VSM deve conter informação sobre todas as atividades e processos da empresa (National Research Council Canada, 2004).

Segundo a publicação de Womack and Jones no livro *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996) esta ferramenta deve ser entendida da seguinte forma: as matérias-primas e a informação entram no sistema a montante (fornecedores), enquanto os produtos ou serviços de valor fluem para fora do sistema, a jusante (clientes). Os processos individuais que ocorrem entre estes são os que acrescentam valor ao produto ou serviço em análise. Se há processos que não acrescentam valor então estes devem ser eliminados (Womack & Jones, 1996).

O VSM permite a visualização da cadeia de valor, identifica *bottlenecks* que limitam o sistema e impossibilitam a empresa de produzir aquilo que os clientes querem, no intervalo temporal que desejam. Proporciona a idealização de uma visão futura de como o sistema deve ser de forma a tornar-se mais *Lean* (National Research Council Canada, 2004).

Para uma correta utilização desta ferramenta há quatro passos que devem ser seguidos:

1. Selecionar o produto, ou família de produtos, que se pretende mapear;
2. Desenhar o VSM atual do ponto de vista da organização e do cliente;
3. Desenhar o VSM futuro (estado ideal);
4. Implementar o plano de ação;

O objetivo principal é sempre identificar as atividades que não acrescentam valor e eliminá-las (Iktrinasari & Haryanto, 2014).

Outra ferramenta útil quando se aborda o tema do mapeamento de fluxos é o diagrama Spaghetti. Esta ferramenta permite analisar o fluxo de informação e de materiais. Uma das suas principais vantagens é o facto de evidenciar de forma clara onde estão a decorrer as atividades, quão complexos são os fluxos e quão longa é a distância percorrida. Esta ferramenta é também importante para a identificação de movimentos desnecessários e sua análise no sentido de os eliminar, caso possível, através da implementação de melhorias no layout ou no processo produtivo. Pode ainda ser uma grande ajuda na identificação de *bottlenecks* (Feld, 2001).

2.2.2 5S e Gestão visual

O uso de ferramentas *Lean*, nomeadamente 5S e Gestão visual, permitem poupanças a nível de tempos de ciclo, de ciclo, distâncias percorridas e espaço ocupado no chão de fábrica (Bragança, Alves, Costa, & Sousa, 2013).

Os 5S são uma ferramenta de gestão de espaço que surgiu no Japão em consequência da aplicação da cultura *Kaizen*. Inicialmente, esta ferramenta era usada para desenvolver um sistema de gestão integrada à luz do TPM. Atualmente, os 5S são uma técnica usada para estabelecer e manter a qualidade ambiental numa organização (Jiménez, Romero, Domínguez, & Espinosa, 2015). Segundo Bragança et al. (2013) os 5S são uma ferramenta que tem como objetivo assegurar a limpeza e

organização do espaço de trabalho com vista à criação de um ambiente saudável e, posteriormente, ao aumento da produtividade.

Cada “S” representa uma atitude, descritas de seguida:

- *Seiri* (eliminar) – ter por perto apenas aquilo que é necessário para o processo, o resto pode ser removido;
- *Seiton* (ordenar) – um espaço para tudo e cada coisa no seu espaço para imediata identificação do objeto a utilizar;
- *Seiso* (limpar) – manter o local limpo e impecável, limpar toda a área de trabalho e equipamentos, delinear estratégias para reduzir a sujidade e otimizar a limpeza;
- *Seiketsu* (normalizar) – esta condição é alcançada quando as três fases suprarreferidas estão completas, desenvolver um standard para a arrumação e limpeza bem como desenvolvimento de métodos de verificação;
- *Shitzuke* (disciplinar) – criar um sentido de responsabilidade e desenvolver um sistema de auditorias (National Research Council Canada, 2004).

Por outro lado, depois de implementados os 5S e tendo o posto de trabalho limpo e somente com o material necessário, é possível reduzir o esforço, a fadiga e o *stress* que muitas vezes é observado aquando da procura de peças e ferramentas podendo até, em casos mais extremos, reduzir a frustração quando não se consegue encontrar o objeto pretendido (Bittencourt, Alves, & Arezes, 2011).

Segundo Hall (1987) citado em Costa, Bragança, Alves, & Sousa, (2014) a gestão visual é uma simples ferramenta onde a linguagem utilizada é acessível e fácil de entender permitindo, assim, que os operadores se tornem mais autónomos. Por outras palavras, a gestão visual é a aplicação de informação, de forma visual, permitindo detetar de forma rápida anomalias nas operações, além disso, ajuda o operador a completar tarefas de forma mais rápida e promove a uniformização dos processos (*standard work*) (Resende, Alves, Batista, & Silva, 2014).

A área de gestão visual engloba conceitos como a capacidade de andar pela fábrica e em questão de minutos perceber o estado da operação, o que pode estar errado, qual o fluxo do material, o trabalho que está a ser realizado e o que vai ser realizado de seguida. Inclui ainda o conceito de sinalização, o que significa que tudo o que é marcado e documentado para que qualquer pessoa, ainda que não conheça a fábrica, possa orientar-se no espaço fabril (Feld, 2001).

2.2.3 Kanban

O termo Kanban tem origens japonesas e é um subsistema do *Toyota Production System* (TPS) que foi criado para controlar os níveis de inventário, a produção, fornecimento de componentes e, por vezes, de MP. Segundo Graves et al. (1995 citado por Lage Junior & Godinho Filho, 2010) o *kanban* pode ser definido como um mecanismo de controlo do fluxo de materiais que assegura a quantidade certa e o tempo apropriado em que é necessária a produção de novos artigos e no local indicado (tendo em conta as capacidades dos colaboradores sendo que estas podem variar) enfatizando a produção *Just in Time* (Lei, Ganjeizadeh, Jayachandran, & Ozcan, 2015).

Entre os princípios associados ao *kanban*, destacam-se os seguintes: limitação do WIP; valor puxado ao longo do processo; tornar o processo de desenvolvimento visível; aumentar o rendimento; e incorporação de qualidade (Lage Junior & Godinho Filho, 2010).

Vários sistemas *Kanban* foram idealizados para controlar e regular o fabrico de bens seguindo as requisições de quantidade e tempo indicadas, mantendo, simultaneamente, o mínimo inventário possível e, conseqüentemente, reduzindo custos. O sistema *Kanban* providencia diversas vantagens nas operações de gestão e organização sendo que a utilização do sistema *kanban* pode ser considerada uma decisão operacional estratégica, uma vez que ajuda a aumentar a produtividade e a reduzir os desperdícios (Azian, Rahman, Sharif, & Esa, 2013).

O *Kanban* apresenta explicitamente quais as tarefas mais importantes e, como tal, que requerem mais atenção por parte do colaborador, sendo o seu principal objetivo a indicação, com precisão, de qual o trabalho que precisa ser feito e o que ele necessita para ser concluído (Lei et al., 2015).

2.2.4 Standard work

O *standard work* consiste num conjunto de procedimentos de trabalho que visa o estabelecimento de melhores métodos e seqüências de trabalho para cada processo e para cada operador (Costa et al., 2014). Ohno (1988) definiu *standard work* como uma ferramenta para manter a produtividade, qualidade e segurança em altos níveis ao mesmo tempo que proporciona uma diretriz detalhada para cada tipo de trabalho sendo, desta forma, mais fácil a identificação de problemas.

Existem muitos benefícios se o *standard work* for bem utilizado, nomeadamente a criação de um ponto de referência com vista à melhoria contínua, melhor controlo do processo, redução da variabilidade, melhoria da qualidade bem como criação de uma plataforma de organização e aprendizagem

individual. No entanto, o *standard work* deve ser atualizado sempre que novas, e melhores, ideias surjam sobre como realizar uma determinada tarefa (Emiliani, 2008).

2.3 Benefícios e limitações da aplicação da filosofia Lean

No ambiente de crescente competição existente nos dias que correm existe a necessidade de ficar mais próximo dos clientes de forma a melhor compreender as suas necessidades. A filosofia *Lean* não só ajuda a satisfazer a necessidade supracitada como também comporta benefícios a nível de qualidade (menor ocorrência de erros) e ainda a nível da compreensão de toda a cadeia de abastecimento.

O seguimento da filosofia *Lean* numa organização apresenta, assim, um vasto conjunto de benefícios como o decréscimo dos *lead times*, baixos níveis de inventário, melhor compreensão dos processos tornando-os, assim, mais eficientes e, como consequência destes benefícios, menos gastos monetários. A Figura 3 apresenta alguns benefícios típicos do *Lean*.



Figura 3 - Benefícios da implementação da filosofia Lean (Melton, 2005)

Segundo Dahlgaard & Dahlgaard-Park (2006, citado em Maia, Eira, Alves, & Leão, 2015) implementar uma nova filosofia não é um procedimento fácil pois implica a mudança de mentalidades, competências e responsabilidades de todos os envolvidos no processo. Assim sendo, verifica-se a existência de algumas limitações na implementação da filosofia *Lean* e algumas barreiras que devem ser ultrapassadas.

Como exemplos de entraves à implementação da filosofia *Lean* pode ser evidenciada a resistência natural à mudança e o ceticismo das pessoas em relação à eficácia da filosofia *Lean*, a falta de disponibilidade dos envolvidos alegando estarem demasiado ocupado com o trabalho diário bem como preocupações acerca do impacto da mudança e a própria cultura da organização.

Myerson (2012) defende que cerca de 50% das tentativas de aplicação da filosofia *Lean* resultam em fracasso e que, a principal razão desta parca taxa de sucesso se prende com a existência de uma cultura de organização desadequada que é incapaz de suportar as mudanças que, muitas vezes, são requeridas. Em muitos casos, a administração não está recetível ao gasto de tempo e recursos monetários em formação e aplicação de melhorias. Segundo (Franklin & Eaton, 2004) não é possível alterar diretamente a cultura de uma organização, sendo, no entanto, possível alterá-la de forma indireta e gradual através da criação de um ambiente de trabalho eficaz.

2.4 Cadeia de Abastecimento e Logística

Outro conceito importante para a elaboração da presente dissertação é a Logística e, intimamente relacionado com a logística surge o conceito da cadeia de abastecimento. Existem diversas definições para cadeia de abastecimento. Segundo Chopra et al. (2001) citado em (Hugos, 2003) fazem parte da cadeia de abastecimento todas as fases envolvidas direta ou indiretamente na satisfação das necessidades do cliente. Acrescenta ainda que a cadeia de abastecimento não inclui apenas os fornecedores e o fabrico mas também os transportadores, armazéns, revendedores e os próprios clientes. Por sua vez, Bartholdi & Hackman (2014) definiram a cadeia de abastecimento como a sequência de processos através da qual os produtos se movem desde a sua origem até ao cliente.

A gestão da cadeia de abastecimento apoia a gestão proativa do fluxo direto e inverso quer de bens (ou serviços) quer de informação exigindo assim a coordenação de atividades e fluxos que se estendem para lá dos limites físicos da organização. Independentemente da definição concedida a este termo, é necessário reconhecer que a cadeia de abastecimento é composta por atividades inter-relacionadas que são internas e externas à organização. A gestão da cadeia de abastecimento envolve o planeamento e a gestão de todas as atividades envolvidas na procura, aquisição e gestão logística incluindo ainda as relações com os fornecedores, intermediários, prestadores de serviços e clientes (Handfield, Monczka, Giunipero, & Patterson, 2012). O seu objetivo é, assim, integrar do fluxo de informação e materiais ao longo da cadeia de abastecimento de uma forma eficaz (Li, Ragu-Nathan, Ragu-Nathan, & Subba Rao, 2006). Hugos (2003), apresenta também a sua definição da cadeia de abastecimento indicando que é a coordenação da produção, inventário, localização e transporte de

bens entre os participantes da cadeia de abastecimento de forma a alcançar a melhor conjugação entre a capacidade de resposta e eficiência.

Segundo o Supply Chain Council, 2011 citado por (Handfield et al., 2012), é possível identificar cinco processos importantes da gestão da cadeia de abastecimento, sendo eles o planeamento (balanceamento entre a procura e a oferta), a procura de bens de forma a satisfazer a procura (incluindo a identificação, seleção e avaliação de desempenho das fontes de abastecimento), o fabrico do produto (a conversão de MP em produtos finais), a entrega (incluindo armazenamento e transporte) e, por fim, o retorno (processo inverso que inclui as operações de reparação, revisão e manutenção). Estes processos encontram-se representados na Figura 4.

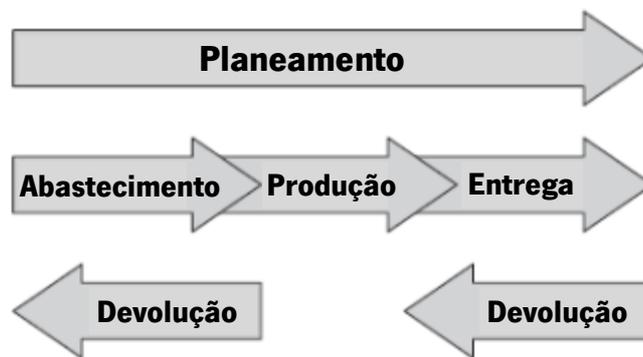


Figura 4 - Processos da GCA (Handfield, Monczka, Giunipero, & Patterson, 2012)

A organização *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) definiu a logística como a parte da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla de forma eficiente o fluxo, direto e inverso, de bens, serviços e informação entre a sua origem e o seu destino, a fim de conhecer os requisitos dos clientes ao mesmo tempo que controla também as operações de armazenagem (Stroh, 2002). Um bom fluxo de materiais pressupõe que o movimento do produto se faça de forma gradual, evitando paragens e arranques, minimizando assim uma manipulação extra dos materiais e necessidades de espaço adicionais e, por outro lado, evitando e resolvendo possíveis *bottlenecks*.

Segundo Ching, (1999, citado em Sousa, 2012), pode entender-se a logística como a gestão do fluxo físico de materiais que começa com a fonte de fornecimento no ponto de consumo. O autor acrescenta ainda que a logística é mais do que uma simples preocupação com produtos acabados, a logística está preocupada com a fábrica, os locais e níveis de *stock*, o sistema de informação, bem como com o seu transporte e armazenamento, assim sendo, o sistema logístico é constituído por serviços logísticos, sistemas de informação e infraestruturas/recursos. Estes três componentes estão intimamente

relacionados: os serviços de logística apoiam o fluxo direto de materiais, bem como a eliminação de resíduos associados ao fluxo inverso (Tseng, Yue, & Taylor, 2005).

O objetivo principal da logística foca-se na redução dos custos e maximização dos lucros da organização, objetivo esse que é alcançado através da agilidade de informação e flexibilização no atendimento de entrega dos produtos aos consumidores. A empresa que consegue obter eficiência na cadeia logística possui uma grande vantagem competitiva sobre as demais. Segundo Feld (2001) a logística pode ser dividida em três grupos:

- *Inbound* – inclui todas as atividades relacionadas com a obtenção de matéria-prima e outros itens que, direta ou indiretamente são necessários para a fabricação do produto final. Funções como a aquisição e gestão de subcontratação são da responsabilidade da logística *in-bound*;
- Interna – relaciona-se com os itens necessários para facilitar o fluxo de trabalho através da célula. Esses itens envolvem os membros de equipa (por exemplo, líder de célula, engenheiro de produção, responsáveis pelo controlo da produção) e incluem elementos físicos como ferramentas de produção, equipamentos, *kanbans* e listas prioritárias;
- *Outbound* - relaciona-se com os produtos expedidos. Atividades como identificação do cliente, quantidade de entrega e modo de transporte são áreas de foco para este aspeto (Feld, 2001).

A logística interna trata da movimentação de materiais e recursos dentro de unidades produtivas sendo essencial pois contribui para que as organizações alcancem uma vantagem competitiva uma vez que conseguem aperfeiçoar e agilizar grande parte de suas operações de distribuição de matéria-prima (MP) para os locais de alimentação das máquinas, transporte de produtos intermédios entre células e armazenamento de produtos finais. Sem um fluxo de informações eficaz, não é possível obter uma logística interna eficiente. Quando executada de forma correta, esta garante a redução de *stock* e um aproveitamento eficaz da mão-de-obra, reduzindo o número de recursos necessários para a execução das tarefas de transporte (Instituto Kaizen, 2015).

2.4.1 Principais atividades da logística associadas à armazenagem

A presente secção aborda as principais atividades da logística, nomeadamente receção, armazenagem e expedição.

2.4.1.1 Receção

O processo de receção de bens inicia-se com a informação da entrega permitindo assim que o armazém agende a receção e descarga dos materiais para que estes ocorram de forma eficiente. É

necessário registrar a informação da chegada do material, descarregá-lo e arrumá-lo nos respectivos locais e atualizar a quantidade em inventário. Neste processo é também importante verificar se a carga se encontra conforme a encomenda e sem danos (Hackman, 2014).

2.4.1.2 Armazenagem

No que diz respeito à armazenagem, existem diferentes tipos de armazéns dentro da cadeia logística. A seleção de equipamentos e a organização e o fluxo de materiais são amplamente determinados pelas características do inventário (tais como número de produtos, tamanho dos produtos e rotação), pela requisição de produtos e serviços (inclui número de linhas de produção e ordens de encomenda diárias), pelas condições do próprio edifício de armazenamento, pelo custo do equipamento e pelo custo da mão-de-obra (Bartholdi, J. J. & Hackman, 2014). A gestão do armazenamento relaciona-se com o uso racional do espaço e tempo, sendo ambos recursos dispendiosos que se pretendem minimizar, tanto quanto possível, na entrega do produto final ao cliente.

Existem duas estratégias possíveis para o armazenamento de produtos, sendo que a Tabela 1 que se segue resume as principais vantagens e desvantagens associadas a cada estratégia.

Tabela 1 - Estratégias de alocação de produtos (adaptado de Bartholdi & Hackman, 2014)

Estratégia	Vantagens	Desvantagens
Atribuição de um produto a cada localização do armazém	<ul style="list-style-type: none"> - Como os locais são fixos, os produtos com maior rotatividade podem ser alocados a espaços mais convenientes; - Os colaboradores podem realizar o picking de forma mais eficiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - A utilização do espaço não é eficiente; - A média de utilização do espaço total do armazém de forma eficiente é de 50%.
Localizações partilhadas por diferentes produtos	<ul style="list-style-type: none"> - Quando uma localização está vazia, pode ser armazenado qualquer tipo de produto – quantas mais localizações existirem para cada tipo de produto, menos quantidade de produto existirá em cada uma e, conseqüentemente, mais fácil é de esvaziar o espaço, tornando-o disponível para outro tipo de produto; - Utilização mais eficiente do espaço; - A média de utilização do espaço total do armazém de forma eficiente é de 75%. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os colaboradores não conseguem saber a todo o momento qual a localização do artigo pelo que é necessária a existência de um sistema de informação mais eficiente e, ainda assim, o picking torna-se mais lento; - Como existe menos quantidade de produto em cada localização existe a possibilidade de ser necessário recolher produto de mais do que uma localização para realizar a expedição para um cliente.

2.4.1.3 Expedição

Como última operação ligada ao armazenamento surge a expedição. A expedição envolve também as operações de separação do material e preparação das cargas bem como o acondicionamento da carga.

Para que este processo ocorra de forma eficiente deve ser realizado um bom planeamento dos processos supra citados e uma boa gestão do tempo necessário para recolha dos produtos no armazém e da área disponível para preparação de cargas (Rushton, Croucher, & Baker, 2010).

2.4.2 *Lean Logistics*

Nos últimos anos, as organizações têm vindo a reconhecer a importância que a gestão logística possui na obtenção da vantagem competitiva que tanto ambicionam (Christopher, 2011). Segundo Li, Ragu-Nathan, Ragu-Nathan, & Subba Rao (2006) o conhecimento e compreensão do conceito de gestão da cadeia de abastecimento têm vindo a tornar-se um pré-requisito para que as empresas consigam manter a competitividade no mercado e, simultaneamente, aumentarem os seus lucros.

Lean Logistics introduziu uma nova forma de pensar no que diz respeito à logística e à gestão da cadeia de abastecimento. À luz deste conceito, é imprescindível conhecer a cadeia de valor e o seu fluxo e as requisições dos clientes, bem como aquilo que eles consideram valor e, desta forma, melhorar os fluxos com vista ao alcance da perfeição. Este conceito baseia-se fundamentalmente na filosofia do TPS e preocupa-se em estender a filosofia ao longo da cadeia de abastecimento – desde o fornecedor ao cliente (Jones et al., 1997).

Os objetivos deste conceito podem ser resumidos na entrega dos materiais necessários, na quantidade certa, quando necessários, e em bom estado de conservação à produção (no caso da *inbound logistics*) ou aos clientes (no caso da *outbound logistics*) e na eliminação dos desperdícios no processo logístico sem comprometimento da entrega (Baudin, 2004).

Quando se aborda o conceito de logística interna (foco da presente dissertação) surgem outros conceitos importantes que devem ser tidos em conta, nomeadamente o conceito de *Mizusumashi* e o conceito de supermercado e de bordo de linha.

O supermercado é um local de armazenamento intermédio de onde se abastecem as linhas/células de produção é também um local para armazenar os componentes de abastecimento das linhas para que a sua utilização seja ergonómica. A organização das peças no supermercado é feita tendo em conta a utilização de cada material. Os materiais com elevada utilização encontram-se mais próximos do operador, seguindo-se os de média utilização e, por fim, os de baixa utilização (Marty, 2007).

O *mizusumashi* é um comboio logístico que efetua o transporte dos componentes entre o armazém e o supermercado e entre o supermercado e o bordo da linha que recorre, por vezes, à ferramenta kanban

(já referida na secção 2.2.3) de forma a seguir a filosofia JIT, afetando assim a produtividade global da empresa (Ichikawa, 2009). O *mizusumashi* é, assim, responsável por abastecer o supermercado. Para tal recorre-se ao uso de cartões kanban gerados com base nas necessidades da célula produtiva.

2.5 Síntese e considerações finais do capítulo

A presente dissertação assenta o seu principal foco na aplicação de ferramentas *Lean* nos processos referentes à logística interna da C-ITA com vista à melhoria dos seus fluxos e do abastecimento dos materiais. Neste sentido, torna-se fundamental a contextualização e clarificação de alguns conceitos, ferramentas e técnicas associadas a estas metodologias, sendo este o principal objetivo do capítulo.

O conceito de *Lean Production* como método de identificação, redução e posterior eliminação de desperdícios está amplamente ligado à questão central deste projeto, através do qual a aplicação de ferramentas *Lean* na logística interna toma igual importância no sentido da otimização dos processos. Esta relevância prende-se essencialmente com o facto da logística interna ter como principal função facilitar o fluxo de trabalho através dos elementos da equipa de trabalho e de elementos físicos relacionados com ferramentas de produção, equipamentos ou listas prioritárias.

Deste modo, torna-se essencial a integração de ferramentas e técnicas como o VSM, que permite a visualização da cadeia de valor e a identificação de possíveis problemas ao longo da mesma, os 5S e a gestão visual, que proporcionam a organização do espaço e consequentes reduções nos tempos de ciclo e distâncias percorridas, o *kanban*, com papel importante no controlo dos fluxos e da produção *just-in-time*, e o *standard work*, essencial no estabelecimento de métodos e sequências de trabalho que permitam manter a produtividade, a qualidade e a segurança a níveis altos.

Estes métodos e ferramentas estão intrinsecamente relacionados com a otimização da cadeia de abastecimento, a qual se define como a sequência de todos os processos de um produto, desde a sua entrada na fábrica sob a forma de matérias-primas até à sua chegada junto ao cliente. Uma vez que o principal objetivo da cadeia de abastecimento se prende com a total satisfação do cliente, todas as tarefas envolvidas no processo devem ser otimizadas de forma a alcançar a melhor coordenação possível entre produção, inventário, localização e transporte.

É neste contexto de melhoria contínua e eficiência que surge a conjugação de *Lean* com logística e cadeia de abastecimento, originando-se a *Lean Logistics*, cujo principal objetivo passa pelo correto fornecimento dos materiais ou produtos, na quantidade, tempo e qualidade exigidos, e pela redução

ou eliminação de desperdícios no processo logístico. Os desafios da implementação de *Lean Logistics* no fluxo e abastecimento de materiais passam pela correta percepção e aplicação do conceito por parte das empresas.

O tema desta dissertação surge enquadrado com todos estes conceitos, utilizando a sua conjugação na identificação e desenvolvimento de propostas de melhoria concretas, fundamentadas e sustentadas com vista à melhoria contínua.

3 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo faz a apresentação da Continental - Indústria Têxtil do Ave (C-ITA), empresa onde foi realizado este projeto de dissertação de mestrado. Inicialmente faz-se uma apresentação da C-ITA, seguida da descrição do grupo Continental. De seguida é feita referência aos sectores de atividade da Continental em Portugal, o *Continental Business System* (CBS) e a Missão, Visão e Valores da C-ITA. É ainda mencionada a estrutura organizacional da empresa e apresentado o *Layout* fabril.

3.1 Identificação e localização

A Continental - Indústria Têxtil do Ave, S.A., local onde foi realizada a presente dissertação de mestrado, encontra-se localizada em Lousado (Vila Nova de Famalicão). A empresa iniciou a sua atividade em 1950 como promotora de artigos têxteis para a indústria de borracha. A Figura 5 apresenta, exteriormente, as instalações da C-ITA.



Figura 5 - Vista aérea das instalações da C-ITA

A C-ITA, inicialmente denominada de INTEX, produzia telas de algodão para fabrico de pneus na Mabor. No ano de 1958 deu-se o primeiro marco da história da empresa aquando da substituição da matéria-prima (MP). Em detrimento do algodão, passou a ser utilizado rayon de alta tenacidade. Em 1965 foram introduzidas novas MP, nomeadamente a poliamida (nylon) de alta tenacidade e poliéster. Posteriormente foram introduzidas a aramida e os tecidos de aço. Em 1987 deu-se a entrada da empresa para o Grupo Continental.

Em 2008 a C-ITA apresentou uma nova linha de produção que denominou de *Single End*, com a finalidade de produzir cabo impregnado. Mais recentemente, no ano de 2012, a empresa investiu na criação de uma linha de produção que visa o fabrico de um novo tipo de produtos: malhas.

Atualmente a C-ITA tem uma área total de 52329m² sendo que 30153m² representam área coberta e emprega 196 colaboradores permanentes. A grande maioria dos produtos finais produzidos pela C-ITA destina-se ao grupo Continental sendo que o principal cliente da empresa é a Continental Mabor.

A C-ITA tem uma produção de fluxo contínuo pois trabalha 7 dias por semana, 24 horas por dia produzindo assim grandes quantidades de produto e tendo vindo a evoluir e melhorar os seus resultados ano após ano.

3.1.1 Cadeia de Abastecimento

No que diz respeito aos fornecedores da C-ITA, 70% são asiáticos e 30% são europeus.

Quanto aos clientes, a grande maioria dos clientes da C-ITA pertence ao grupo continental. Como principal cliente surge a Continental Mabor com quase metade das expedições. De seguida, surge a Continental Reifen Deutschland GmbH e, posteriormente, a Continental Matador Truck Tires. Também como cliente da C-ITA dentro do grupo Continental surge a Continental Automotive Products e, por fim, a Continental Barum s.r.o. Apenas uma pequena parte do produto final, cerca de 11%, é destinada a clientes fora do grupo continental.

3.2 Grupo Continental

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 mineira, de mobiliário e impressão.

Nasceu com o surgimento da *Continental-Caoutchouc und Gutta-Perscha Compagnie* fundada por 9 banqueiros e industriais a 8 de Outubro de 1871 na Alemanha (Hannover). Dedicava-se, inicialmente, à produção de borracha mole, materiais impregnados de borracha e pneus maciços para bicicletas e carruagens, contando com cerca de 200 colaboradores. No ano de 1898 a empresa deu início à produção de pneus lisos para automóveis (sem desenho de piso).

Desde essa altura, o grupo continental tem vindo a acompanhar o desenvolvimento da indústria automóvel, atualmente registando cerca de 1100 invenções. Em 1989/90 a Continental funda, em conjunto com a Mabor portuguesa, uma empresa comum para a produção de pneus em Lousado. Estrategicamente, de forma a poder posicionar-se melhor nos mercados americano e asiático, o grupo Continental adquiriu em 2001 o especialista internacional de eletrónica Temic. Ainda no ano de 2001 adquiriu quotas maioritárias de duas empresas japonesas para a produção de componentes de travões de disco e acionamento de travões.

No ano de 2007 a Continental comprou a *Siemens VDO Automotive* AG tornando-se assim num dos cinco maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel.

O grupo Continental tem, atualmente, cerca de 150000 colaboradores em seis divisões: Chassis e segurança, “Powertrain”, Interior, Pneus para viaturas de passageiros e comerciais ligeiras, Pneus para pesados e ContiTech (Continental, 2011).

No passado ano de 2015 o Grupo Continental atingiu as metas definidas, obtendo cerca de 39.2 biliões de euros em vendas e uma margem EBIT ajustada de 11,7%. O Grupo Continental conta atualmente com mais de 208 mil funcionários (Continental, 2011a). A Figura 6 que se segue representa o logotipo do Grupo Continental.



Figura 6 - Logotipo do Grupo Continental

3.2.1 Continental em Portugal

O Grupo Continental dispõe de cinco sectores de atividade em Portugal, os mesmos são listados a seguir (Continental, 2011):

- Continental Mabor, Indústria de Pneus S.A. – ramo de produção de pneus para veículos automóveis;
- Continental Pneus (Portugal) S.A. – ramo de comercialização dos pneus produzidos pelas fábricas Continental;
- Continental - Indústria Têxtil do Ave, S.A. – ramo de produção de artigos têxteis para a indústria de borracha;

- Continental Lemmerz – Componentes para automóveis, Lda. – ramo de montagem de rodas (jante e pneu) para veículos produzidos na AutoEuropa;
- Continental Teves Portugal – Sistemas de Travagem – ramo de produção de sistemas de travagem.

3.2.2 Continental Business System

O *Continental Business System* (CBS) é uma filosofia de gestão que tem por base cinco princípios, são eles: sustentabilidade, envolvimento, confiança, simplicidade, fluxo e produção puxada. Na C-ITA, o departamento responsável pela implementação e seguimento da referida filosofia é o departamento de Engenharia Industrial.

Para melhor seguimento do CBS há um conjunto de questões que devem ser colocadas, sendo exemplo as seguintes:

- Qual a condição alvo que se pretende atingir? Qual é o desafio?
- Qual a situação atual?
- Quais os obstáculos que estão a impedir que se obtenha a condição alvo?
- Qual o próximo passo? O que se espera alcançar?

O CBS recorre a algumas ferramentas de *Lean Manufacturing* para conseguir alcançar os princípios supra referidos, dos quais se destacam: 5S, *Gemba Walk*, *Value Stream Design*, *Standard Work*, *Visual Management*, PDCA (*Plan, Do, Check and Act*) entre outros (ContiMaborOnline, 2010).

A visão da C-ITA passa por ser referência de excelência têxtil na Continental. Pretende atingir este objetivo através da qualidade na produção e fornecimento de bens, no desenvolvimento de soluções tecnológicas, na geração e partilha de conhecimento.

A missão prende-se com a criação de valor para o mundo Continental onde quer que a competência têxtil seja um elemento diferenciador. Os principais valores que a C-ITA pretende transmitir são a “Confiança”, “Paixão por Vencer”, “Uns pelos Outros” e “Liberdade para Agir”.

Rege-se ainda por sete princípios de orientação, que são: promover a melhoria contínua, envolver todas as pessoas, estabelecer e alcançar objetivos e metas, inovar e antecipar soluções tecnológicas, preservar a saúde e segurança dos colaboradores, prevenir e controlar a poluição e, por último, investir nos seus colaboradores (Continental - Indústria Têxtil do Ave, 2015).

3.3 Estrutura organizacional da empresa da C-ITA

A presente dissertação foi desenvolvida no Departamento de Engenharia e Gestão Industrial. No que diz respeito à Direção do referido departamento, as responsabilidades específicas são as seguintes:

- Estudar e calcular os tempos-padrão e elaborar os métodos de trabalho;
- Definir o layout fabril em conjunto com as outras direções;
- Calcular capacidades dos equipamentos e indicadores fabris;
- Propor sistemas de prémios e fazer o seu cálculo;
- Propor as necessidades de relações humanas da produção por forma a melhorar continuamente a eficiência e produtividade;
- Efetuar estudos sobre os processos produtivos e participar em projetos de melhoria com outras áreas (Continental, 2011b).

3.4 Layout fabril e processo produtivo

Esta secção apresenta o layout geral da empresa nomeadamente as secções das malhas, torcedura (piso 0), tecelagem, torcedura (piso -1), impregnação e armazém bem como os principais processos produtivos (malhas termofixadas, cabo impregnado e tecido impregnado).

3.4.1 Layout geral

A C-ITA é composta por dois pisos, seis células produtivas, escritórios e um armazém. No piso 0 encontram-se os escritórios, as áreas de produção da torcedura, tecelagem e malhas. No piso -1 encontram-se as áreas de produção de torcedura (Saurer Allma – tipo de torcedores presentes nesta área), de impregnação (dividindo-se em duas áreas: Single End (máquina de impregnação de cabo) e Zell (máquina de impregnação de rolo)), existe ainda, neste piso, o armazém. Na Figura 7 encontra-se representada a área produtiva da torcedura que é atualmente constituída por 21 torcedores, 4 bobinadeiras e uma zona denominada de albufeira cuja função é armazenar carros de esquinadeira com cabo em verde. A planta é mostrada com mais detalhe no Anexo II – Área produtiva – Torcedura

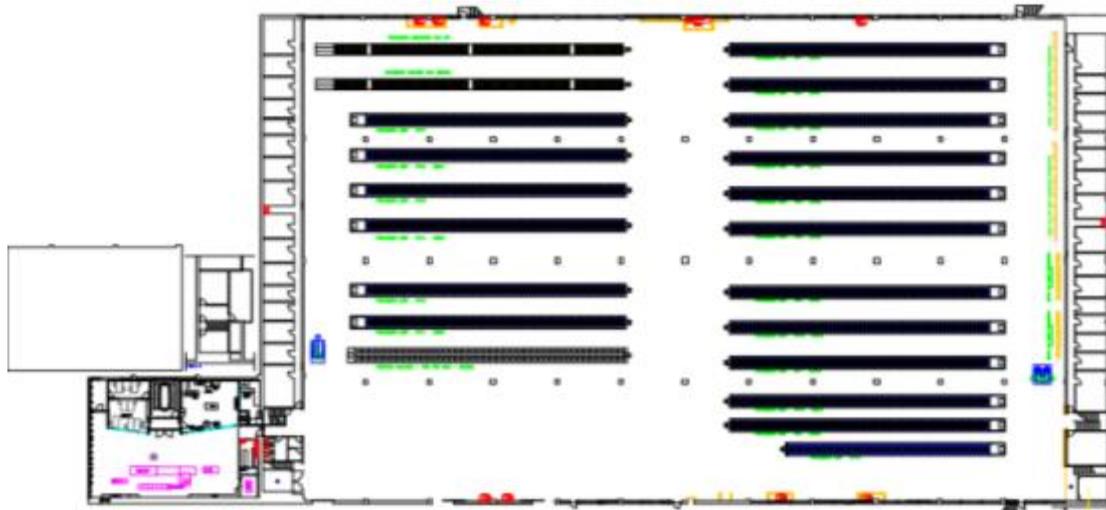


Figura 7 - Área produtiva – torcedura

Na Figura 8 encontra-se representada à esquerda a secção das malhas (que é constituída por 16 teares, sendo 15 deles circulares, uma râmula e quatro torcedores) e à direita a secção da tecelagem (constituída por 14 teares). A Figura 8 encontra-se em maior escala no Anexo III – Áreas produtivas – malhas e tecelagem.



Figura 8 - Áreas produtivas - malhas e tecelagem

Na Figura 9 encontra-se uma representação parcial da planta do piso 1. Neste piso há ainda 5 torcedores e uma revistadeira, uma máquina de embalagem e uma balança.

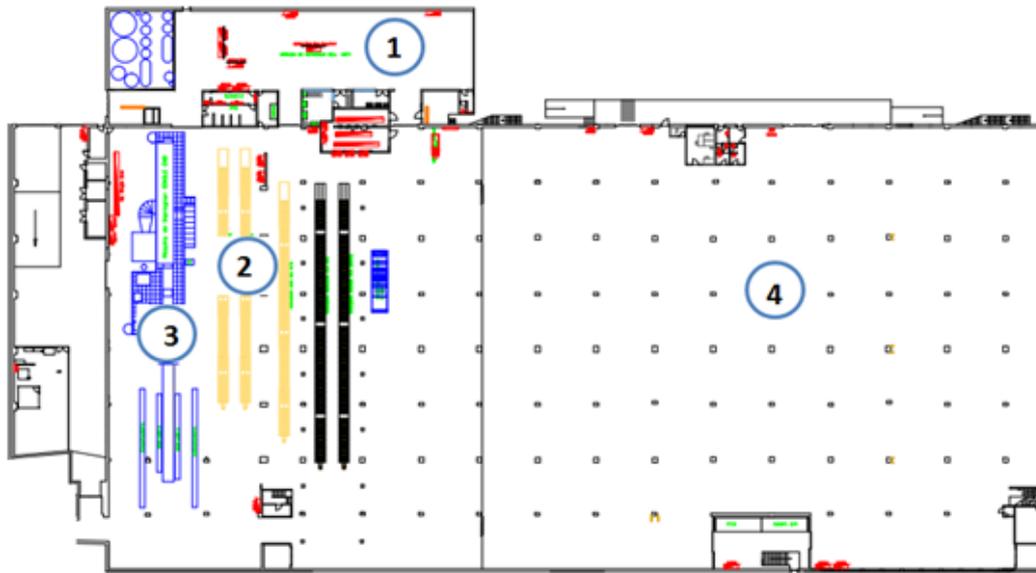


Figura 9 - Planta parcial do piso -1

O número 1 diz respeito à área produtiva da Zell (máquina de impregnação de rolos de tecido), o número 2 aos torcedores (5 unidades), o número 3 à secção da Single End e, por fim, o número 4 ao armazém de matéria-prima e produto acabado. Estas áreas são descritas na secção 3.4.2. Para uma melhor análise da Figura 9 deve ser consultado o Anexo IV – Planta parcial piso -1.

Ainda no piso 1 existe outra secção, dedicada à torcedura que se encontra representada na Figura 10 e que é constituída por 9 torcedores.

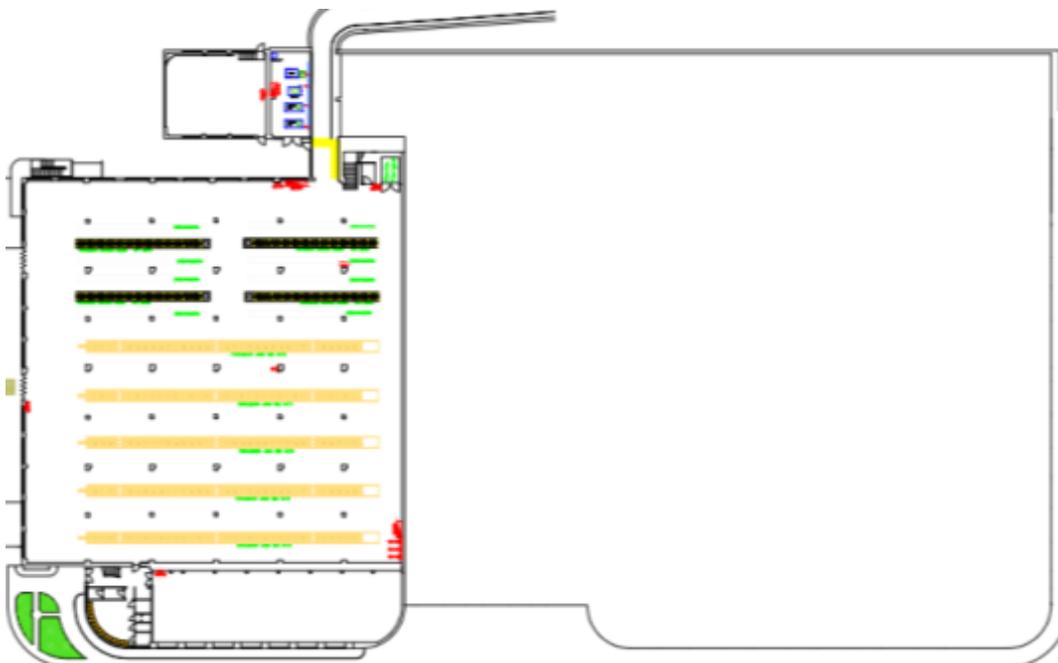


Figura 10 - Secção de torcedura no piso -1

Resumindo, a C-ITA dispõe de 4 áreas onde pode realizar torção recorrendo a 6 tipos de máquinas de torcedores, duas áreas de tecelagem recorrendo a 2 tipos de teares e 2 áreas de impregnação com dois tipos de máquinas diferentes sendo uma delas destinada à produção de cabo impregnado e a

outra à produção de tecido impregnado. A Figura 10 poderá ser consultada com maior pormenor no Anexo V – Salão de torcedura piso -1.

3.4.2 Processos produtivos

A C-ITA produz, atualmente, três categorias de produtos finais: malhas termofixadas, cabo impregnado e tecido impregnado. O processo produtivo de cada produto vai ser descrito de seguida.

3.4.2.1 Malhas termofixadas

Ao longo do processo produtivo da matéria-prima (MP) malhas termofixadas identificam-se duas etapas principais: a tricotagem e a ramulagem. O processo encontra-se esquematizado na Figura 11.

Figura 11 - Processo produtivo - Malhas termofixadas

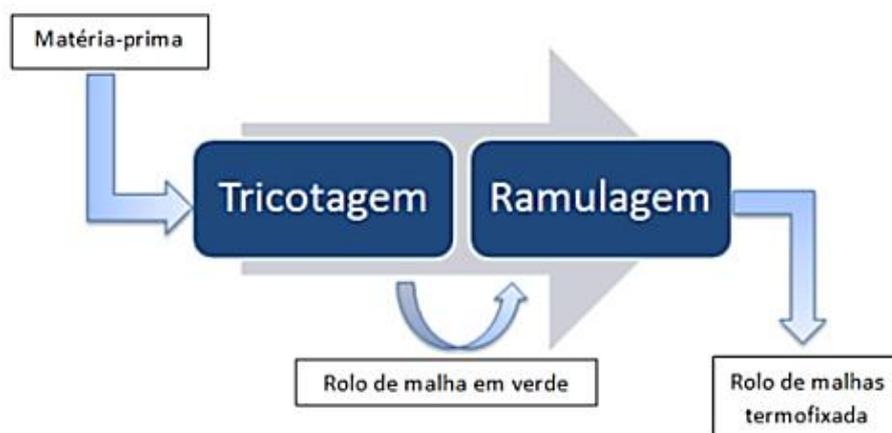


Figura 11 - Processo produtivo - Malhas termofixadas

A MP para a etapa de tricotagem surge sob a forma de bobinas de fio. Para realizar a referida etapa recorre-se à utilização de teares circulares (existindo no total 16), nestes podem ser introduzidas até 90 bobinas. Cada tear circular (Figura 12) é constituído por várias ventoinhas que têm uma função de limpeza impedindo assim pontos grossos e posteriores defeitos no produto final.



Figura 12 – Tear circular

Nesta fase do processo é produzido um tecido circular que sofre um corte lateral e posterior enrolamento originando assim um rolo de malha em verde tal como se encontra representado na Figura 13.



Figura 13 - Rolo de malha em verde

Este rolo vai ser utilizado como *input* na râmula (Figura 14), iniciando-se assim a etapa de ramulagem. Ao longo desta fase o rolo sofre o processo de termofixação. Os produtos utilizados pela râmula para conferir propriedades específicas são cola e água sendo que a diluição e temperatura são diferentes tendo em conta o artigo final pretendido.



Figura 14 - Râmula

Os produtos finais deste processo produtivo podem variar entre 3 artigos, sendo que dois deles são 100% constituídos por poliéster (artigo Creep e artigo Single) e um deles é constituído por uma mistura de poliéster e algodão (artigo Pes/Co).

3.4.2.2 Tecido impregnado

O processo de produção do tecido impregnado engloba três operações fundamentais: a torcedura, a tecelagem e a impregnação como se encontra esquematizado na Figura 15.

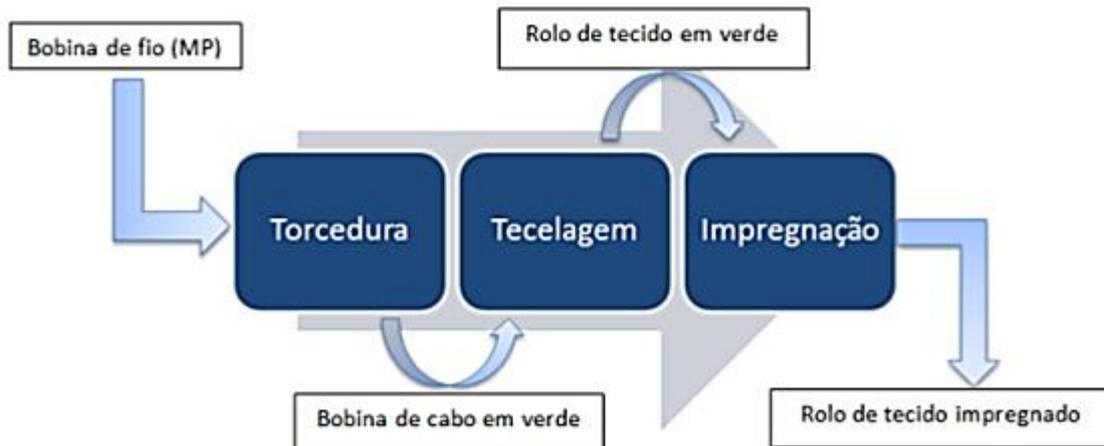


Figura 15 - Processo produtivo - Tecido impregnado

Assim, começa-se por realizar a torcedura, onde a matéria-prima fio é transformada em cabo. Tal como se pode verificar na Figura 16, os torcedores são constituídos por vários fusos sendo cada um deles formado por uma esquinadeira, um pote e uma nova bobina com o cabo em verde. Cada torcedor é constituído por dois lados sendo que o número de fusos depende do tipo de torcedor. A C-ITA recorre a seis tipos de torcedores: ICBT, JingWei, Saurer Allma, Verdol, Oerlikon e Volkman possuindo no total 40 torcedores, sendo a maioria ICBT.

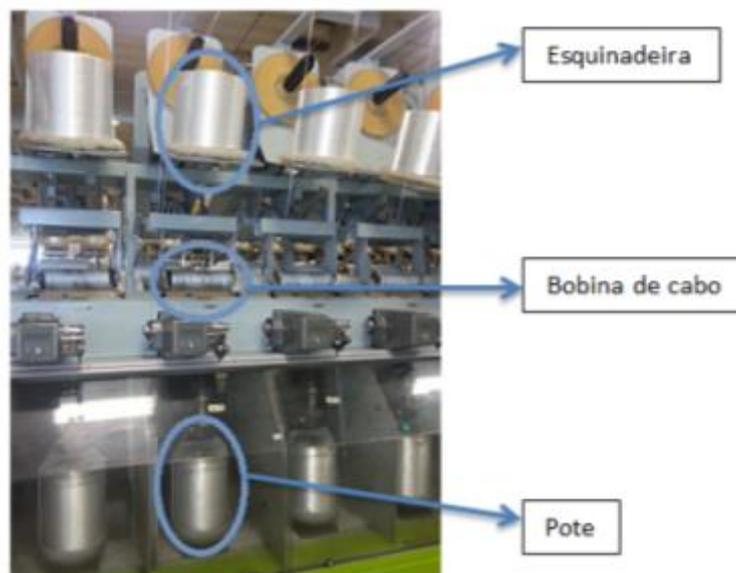


Figura 16 - Torcedor

Quer na esquinadeira, quer no pote, são introduzidas bobinas de fio (MP). Ao longo deste processo são originadas bobinas de cabo em verde através da torção das bobinas inseridas na esquinadeira e no pote. As bobinas de cabo em verde, quando concluídas, passam para um tapete e de seguida são

colocadas pelos colaboradores nos carros de esquinadeira. Quando o carro se encontra completo, este é transferido para a albufeira (Figura 17). Todas as albufeiras da C-ITA armazenam apenas cabo impregnado.



Figura 17 - Albufeira

De seguida realiza-se a tecelagem, onde são utilizadas as bobinas de cabo em verde que foram produzidas pela torcedura. Desta forma, os carros de esquinadeira são transportados para outra secção e são utilizados na alimentação dos teares (Figura 18).



Figura 18 - Alimentação do tear

O número de fios que alimentam cada tear varia de acordo com as especificações dos clientes. Há teares que são alimentados por 1168 fios (que representam cerca de 50% da produção na secção da tecelagem) e, no outro extremo, há também teares que são alimentados por 1816 fios. No que diz respeito à trama, esta indicação encontra-se também num documento a que os colaboradores dão o nome de “nota”.

Por fim, realiza-se a impregnação. O output da tecelagem (rolo de tecido em verde) continua o seu processo noutra área da empresa, área com o número 1 descrita na secção 3.4.1. Na Zell, representada na Figura 19, o rolo é sujeito a um ou dois banhos químicos (dipp). O material existente na bobina de cabo define qual o *dipp* a ser utilizado.



Figura 19 - Zell

Assim sendo, verificam-se as seguintes situações sendo que a maioria do produto final destina-se à C-Mabor:

- Rayon – 1 dipp;
- Nylon – 1 dipp;
- Poliéster – 2 dipp;
- Aramida e Híbrido – 2 dipp.

Tal como referido acima, no caso de o material ser poliéster, aramida ou híbrido há possibilidade de existirem dois dipp diferentes: um no caso de se tratar de um tecido AA (Adision Activated) e outro no caso de se tratar de um tecido NAA (Non Adision Activated). Há no entanto exceções, havendo alguns materiais que mesmo sendo AA necessitam de dois banhos químicos, nomeadamente os materiais grossos onde um só banho químico não confere as propriedades pretendidas.

Após isto, o rolo passa por estufas que se encontram a temperaturas elevadas e, de seguida, sofre novo enrolamento obtendo-se o produto final. Na máquina Zell existem mecanismos (grupos tratores) que permitem realizar estiragem, para isso acontecer basta que a velocidade dos grupos tratores seja diferente sendo que a velocidade do primeiro tem de ser inferior à velocidade do segundo.

Alguns rolos de MP não têm as dimensões normalizadas, no que diz respeito à altura e diâmetro, para serem utilizadas nos torcedores. Desta forma é necessário rebobinar a MP e colocá-la em tubos adequados. Este processo não acrescenta valor ao produto, no entanto em algumas situações torna-se indispensável ao processo produtivo. Para realizar esta etapa recorre-se às bobinadeiras (Figura 20).

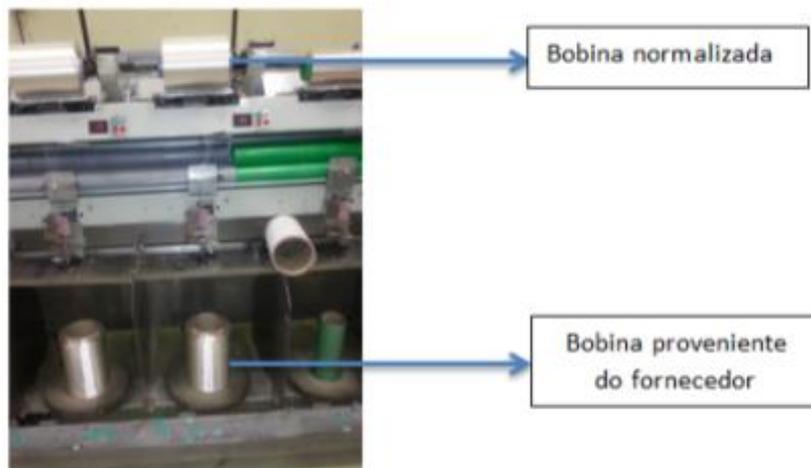


Figura 20 - Bobinadeira

Assim, tal como sugere a Figura 20, é introduzida uma bobina de fio de MP recebida do fornecedor na parte inferior da bobinadeira e um tubo vazio na parte superior. A ponta da bobina MP inteira é atada ao tubo vazio e o resultado final será uma bobina com o tubo normalizado de forma a poder seguir para os torcedores.

Por outro lado, e com vista à eliminação/redução dos desperdícios, recorre-se à bobinagem para realizar o aproveitamento de pontas (Figura 21). Desta forma, os fios são unidos entre si através da utilização de uma máquina de pressão de ar e a bobinadeira vai sendo abastecida com bobinas de pontas até se conseguir obter rolos com dimensões apropriadas para posterior utilização nos torcedores.



Figura 21 - Esquinadeira com pontas

O processo produtivo relativo aos casos supra citados encontra-se representado e esquematizado na Figura 22.

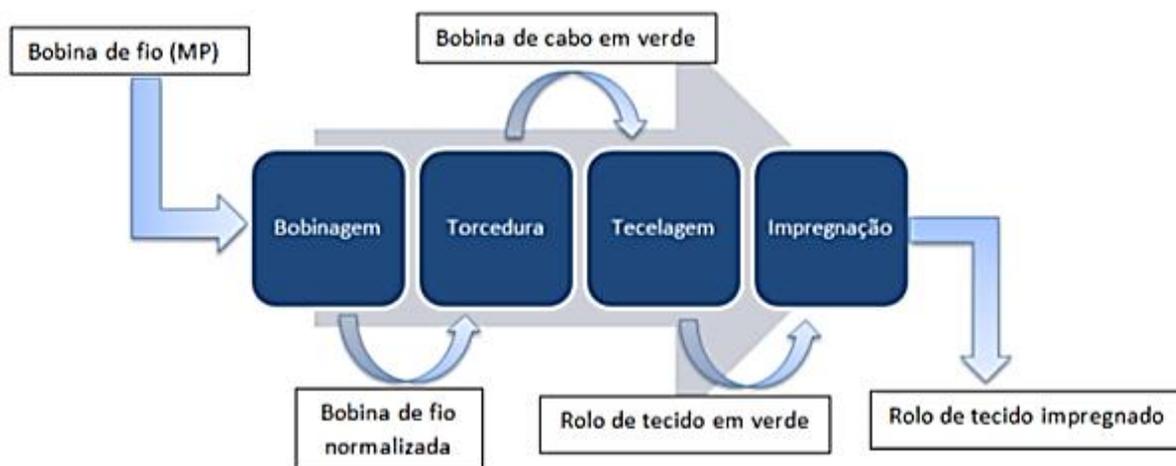


Figura 22 - Processo produtivo alternativo - Tecido impregnado

3.4.2.3 Cabo impregnado

Tal como no processo do tecido impregnado, pode, ou não, haver necessidade de bobinar a MP para que possa ser introduzida nos torcedores. O processo produtivo do cabo impregnado aparece representado na Figura 23.



Figura 23 - Processo produtivo - cabo impregnado

Como o processo de bobinagem e torção já foram referidos, descreve-se apenas o processo de impregnação que, no caso do cabo impregnado, recorre a uma máquina diferente representada na Figura 24 (*Single End*).



Figura 24 – Máquina de Impregnação Single End

O input desta máquina são as bobinas de cabo em verde e o output são as bobinas de cabo impregnadas. Esta máquina denomina-se de *Single End* porque o princípio e o fim do processo ocorrem em regiões muito próximas. Esta máquina é alimentada por 100 cordas e podem ser definidas diferentes velocidades ou químicos associados consoante os materiais que estão a ser impregnados. No que diz respeito aos químicos, a constituição base é designada por RFL (em que “R” significa resina, “F” significa formaldeído e L, por sua vez, latex). O latex introduzido neste processo é semelhante ao latex da borracha para proporcionar uma melhor aderência entre os têxteis e a borracha.

Tal como no processo produtivo do tecido impregnado, por vezes é necessário realizar bobinagem antes da torcedura devido às dimensões do tubo de MP sendo o processo representado na Figura 25.

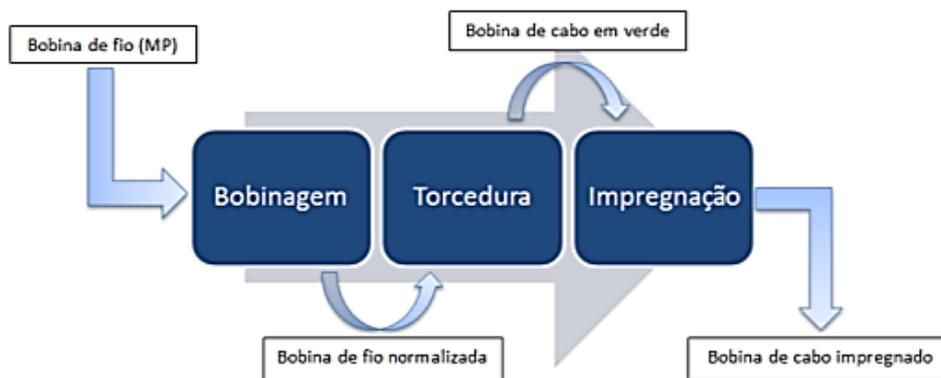


Figura 25 - Processo produtivo alternativo - Cabo impregnado

3.4.2.4 Linner

A C-ITA produz ainda, esporadicamente, um rolo denominado *Linner* (Figura 26). Este produto utiliza *scrap*, entenda-se cabo que não pode ser aproveitado nos processos produtivos principais da empresa, como MP. Este artigo é utilizado para colocar na máquina Zell quando não há rolos de tecido disponíveis ou aquando da paragem da máquina. Como principal propriedade pode ser referida a sua

elevada resistência pois permite a sua utilização mais do que uma vez resistindo aos químicos e às elevadas temperaturas que se fazem sentir nas estufas da máquina Zell. É utilizado, também, pela C-Mabor.



Figura 26 - Linner

4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

No presente capítulo é realizada a descrição do atual sistema de abastecimento de MP, de recolha de produto final, armazenamento e transporte entre áreas produtivas. É ainda feita uma breve descrição da constituição e funções atualmente atribuídas à equipa logística. Após a descrição é feita uma análise crítica que faz uso de algumas ferramentas como o VSM e o diagrama de causa-efeito. Identificam-se, assim, problemas no atual sistema de fluxo e abastecimento de materiais.

4.1 Funcionamento do sistema de logística interna

A presente secção descreve o funcionamento do sistema de logística interna existente de momento, iniciando-se pelo abastecimento de MP, seguida do transporte de produtos intermédios entre áreas produtivas e concluindo com o transporte de produtos finais.

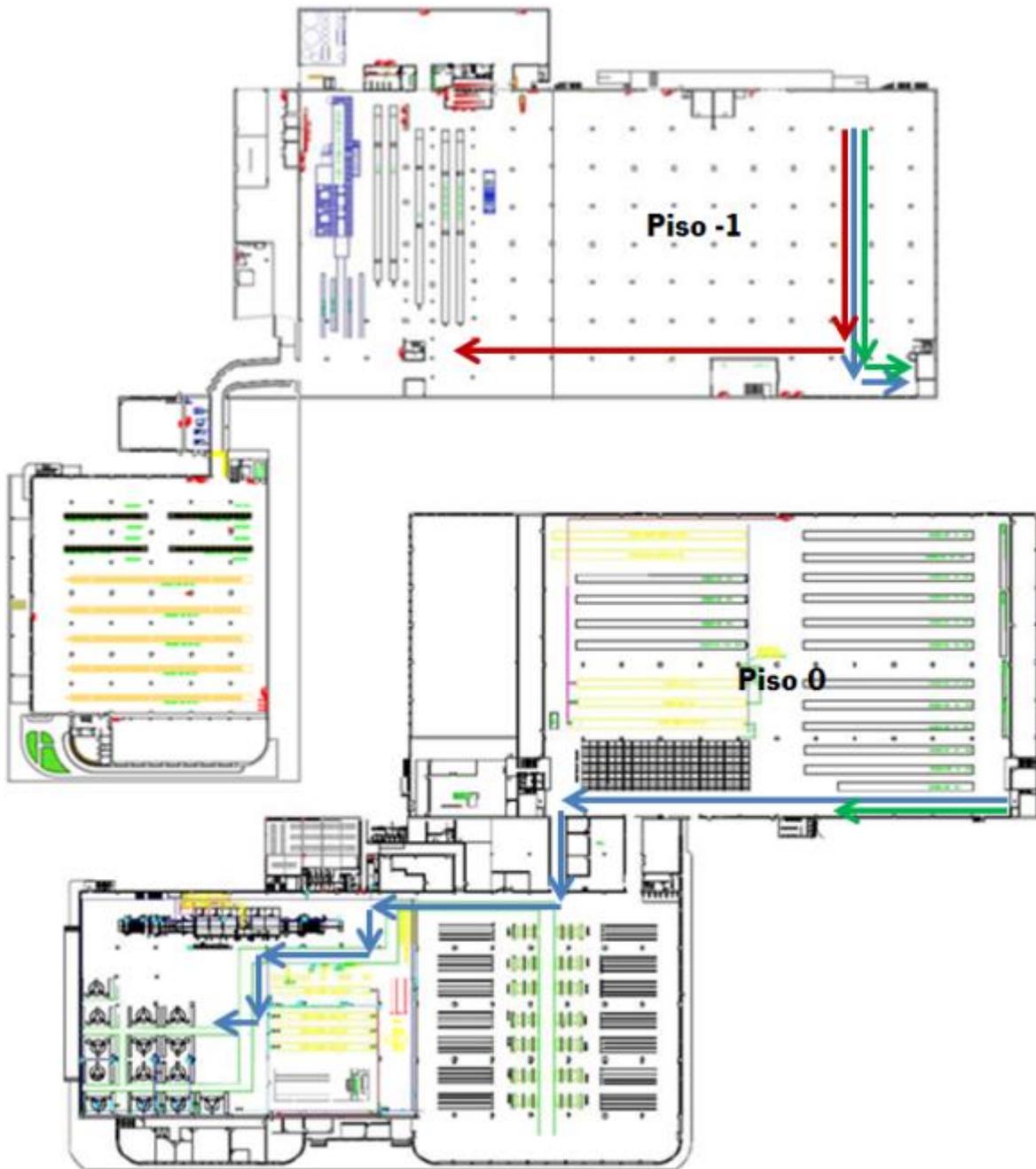
4.1.1 Abastecimento de matéria-prima

Atualmente existe um colaborador por turno responsável por realizar a distribuição de todas as matérias-primas (MP) pela fábrica, recolher sucata (quando necessário) e produtos finais provenientes da secção das malhas. Estas atividades têm graus de prioridade diferentes sendo que a operação prioritária é a distribuição de MP, seguida da recolha de produtos finais das malhas e, por fim, a recolha de sucata.

O abastecimento de MP faz-se de 4 em 4 horas existindo duas rotas por turno o que perfaz um total de seis rotas (0h, 4h, 8h, 12h, 16h e 20h). No primeiro turno existe uma rota às 8h e às 12h, no segundo turno uma rota às 16h e às 20h e no terceiro às 0h e às 4h.

O horário das rotas nem sempre é cumprido visto que, quando o colaborador responsável pelo abastecimento conclui uma rota, começa a distribuir o material da rota a seguir, independentemente da hora. Por vezes, nestas situações, os colaboradores da produção requerem a MP verbalmente e só depois introduzem a requisição no ficheiro (sendo que não é uma situação muito frequente).

Na Figura 27 encontra-se representado o fluxo de MP, encontrando-se com maior detalhe no Anexo VI – Fluxo de MP.



Percurso a verde – Rota para a tecelagem; Percurso a azul – Rota para as malhas; Percurso a vermelho: Rota para a *Single End*

Figura 27 - Fluxo de MP nas instalações fabris

A seta de cor azul representa o percurso percorrido pelas MP que se destinam à produção de malhas termofixadas (sendo a distância percorrida de 255,5m), a seta de cor vermelha representa o percurso percorrido pelas MP que se destinam à produção de cabo impregnado (perfazendo a distância de 124,5 m) e, por fim, a seta de cor verde representada o percurso percorrido pelas MP que darão origem ao tecido impregnado (com uma distância de 97,4 m). A distância percorrida até ao elevador (no piso -1) é variável pois o armazém apresenta uma organização dinâmica sendo que, para descrição do funcionamento do sistema de logística interna, foi considerado o ponto mais longínquo de armazenamento de MP.

A requisição de MP é feita através de um programa informático cuja descrição está presente no Anexo VII – Requisição de MP. O operador da produção preenche os campos requeridos, indicando a quantidade de MP necessária (que é definida recorrendo ao ficheiro de requisição de materiais atualmente existente) e qual a hora em que pretende receber esse pedido. As requisições podem ser feitas até meia hora antes de cada rota. Verifica-se atualmente que, por vezes, essencialmente quando há mudança do artigo a produzir, as quantidades requeridas não são apenas as necessárias, existindo acumulação de MP nos buffers, tal acontece devido à falta de precisão do horário de chegada do material distribuído nas rotas pelo que, para não ocorrerem paragens por falta de abastecimento, os colaboradores solicitam quantidades superiores às necessárias.

4.1.2 Recolha de produto final

No que respeita aos produtos finais provenientes da secção das malhas, estes são recolhidos após a entrega de MP: o empilhador desloca-se do armazém à secção das malhas carregado com MP e regressa ao armazém carregado com rolos de malhas termofixadas. Os produtos finais provenientes da secção da *Single End* são transportados para o armazém pelos colaboradores da produção da respetiva secção. Os produtos finais provenientes da secção da Zell por vezes são transportados pelo colaborador da operação de embalagem e, nas restantes vezes, por um colaborador do armazém.

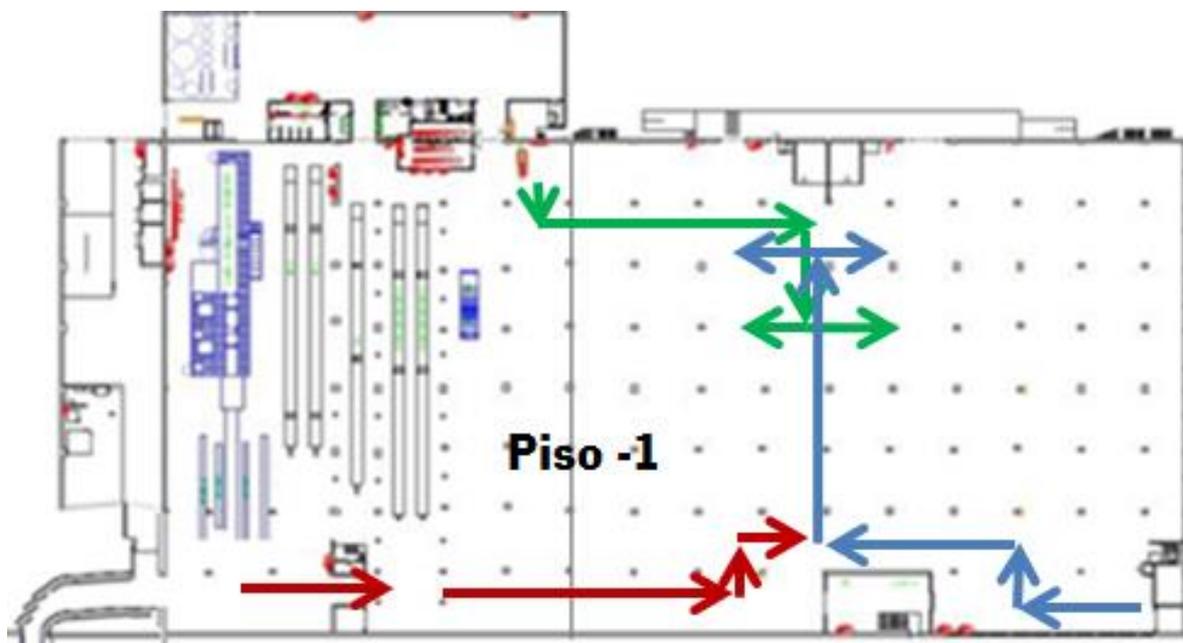


Figura 28 – Fluxo de PF no piso -1

A Figura 28 representa o fluxo do cabo impregnado (a vermelho), o fluxo do tecido impregnado (a verde) e parte do fluxo das malhas termofixadas (a azul). A restante parte do fluxo das malhas

termofixadas encontra-se representada na Figura 29 sendo este o único produto final que se movimenta no piso 0.

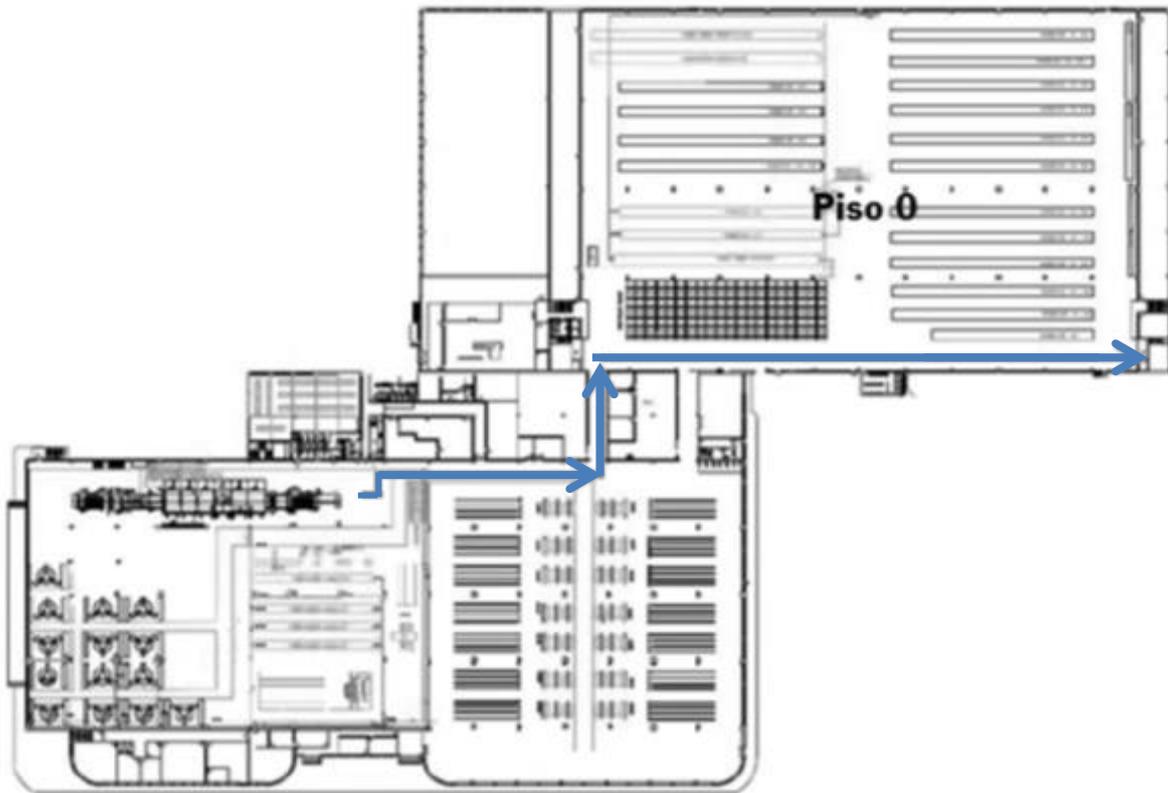


Figura 29 - Fluxo das malhas termofixadas

4.1.3 Transporte entre áreas produtivas

O transporte de produtos entre células é realizado por colaboradores da produção que, quando precisam de abastecer as máquinas, abandonam o seu posto de trabalho para providenciar o material necessário.

O transporte que é realizado entre áreas produtivas é o de cabo e tecido em verde. Na Figura 30 encontram-se representados os fluxos de materiais que ocorrem no piso 0.

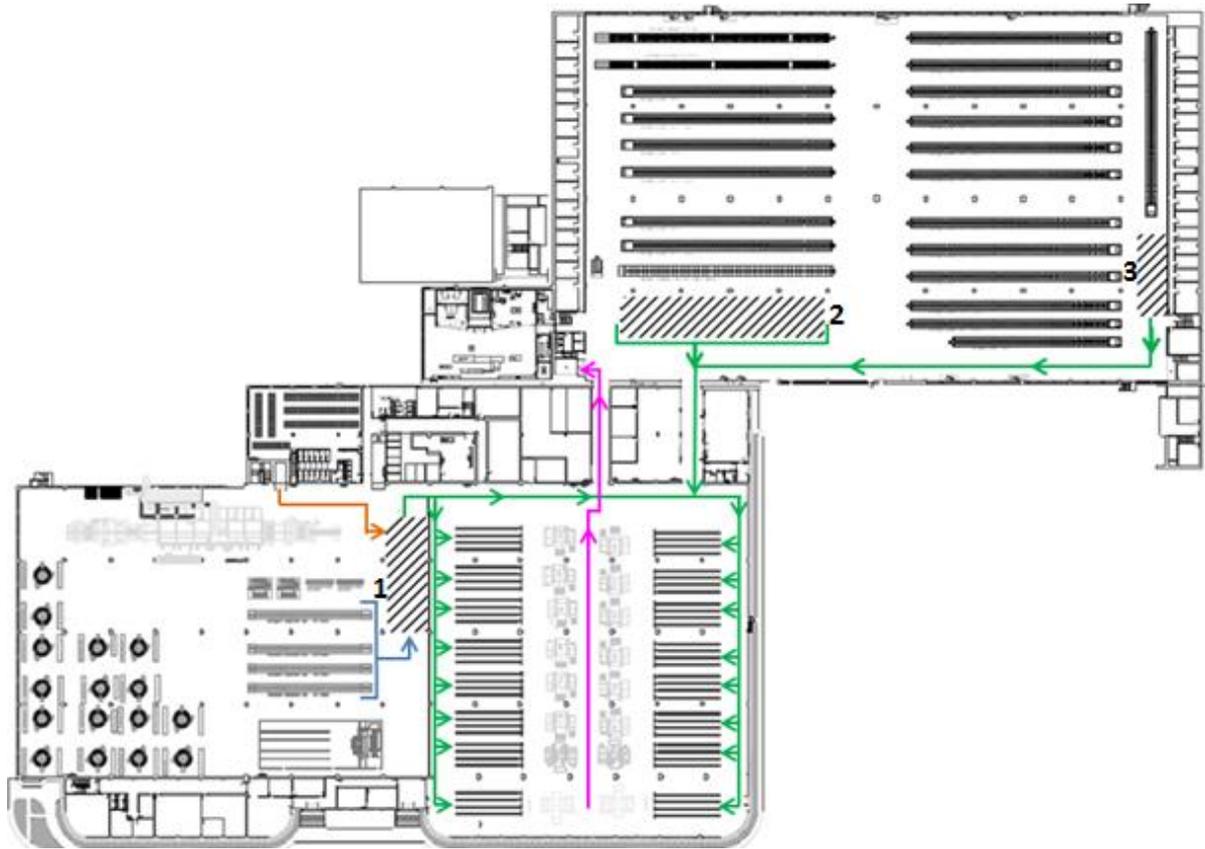


Figura 30 - Fluxo de materiais entre áreas produtivas - Piso 0

Os números 1, 2 e 3 representam albufeiras isto é, locais de armazenamento de produto intermédio, mais propriamente, cabo em verde. No caso da albufeira número 1, pode ser armazenado cabo em verde (MP que sofreu torção) na secção das malhas (que percorre a rota representado a azul) bem como cabo que foi torcido no salão de torcedura do piso -1 (neste caso, o percurso a laranja). Já a albufeira número 2 armazena apenas cabo em verde que foi torcido no salão da torcedura do piso 0, sendo o destino de todo o cabo produzido nos torcedores exceto um, do tipo *Verdol*. Desta forma, surge a albufeira número 3 que se destina, apenas, ao armazenamento de cabo que foi torcido na referida máquina que se localiza imediatamente a seguir à albufeira.

Estes materiais são armazenados periodicamente nas albufeiras tendo como destino comum a secção da tecelagem tal como se encontra representado, com as setas a verde, na Figura 30. As albufeiras têm diferentes capacidades sendo que a albufeira 1 dispõe da possibilidade de armazenar 30 carros de esquinadeira, a albufeira 2 pode conter 213 carros, a albufeira 3 por sua vez pode armazenar 25 carros e, por fim, na albufeira 4 (que se encontra no piso -1 na secção da torcedura SA) podem ser depositados 39 carros.

Representado com a seta a cor-de-rosa aparece o fluxo, no piso 0, de rolos de tecido em verde que se realiza após a operação de tecelagem. Estes rolos são colocados na zona da extremidade da seta cor-

de-rosa, junto ao monta-cargas, onde aguardam que haja disponibilidade dos colaboradores para efetuarem o transporte para o piso -1.

Já no piso -1 realiza-se o transporte dos carros de esquinadeira com cabo em verde desde a albufeira até ao monta-cargas (fase inicial do fluxo representado a laranja) e, também, a fase final do fluxo representado a cor-de-rosa que consiste na remoção dos rolos do monta-cargas e posterior transporte até à zona de abastecimento intermédio.

A Tabela 2 que se segue resume as movimentações verificadas bem como os atuais responsáveis.

Tabela 2 - Transportes entre células, número máximo de unidades por turno

ORIGEM	DESTINO			
	Albufeira (Torcedura)	Zona de alimentação de teares (Tecedagem)	Zona de stock intermédio (Torcedura)	Zona stock intermédio (Zell)
Albufeira (Torcedura)	--	50 carros de esquinadeira cheios. Responsável: 1 Colaborador da secção da tecelagem	0	0
Zona de alimentação de teares (Tecedagem)	50 carros de esquinadeira vazios. Responsável: 1 Colaborador da secção da tecelagem (sendo que, quando há falta de tubos no salão da torcedura, o transporte pode ser realizado por operadores dessa mesma secção)	--	20 rolos de tecido em verde. Responsável: 1 colaborador da tecelagem	0
Zona de stock intermédio (Torcedura)	0	0	--	20 rolos de tecido em verde. Responsável: 2 Colaboradores da secção da Zell

A Figura 31 mostra os rolos de tecido em verde que, após a etapa de tecelagem, aguardam transporte para o piso -1. Os rolos são transportados, por norma, meia hora antes do final de cada turno, entenda-se, três vezes por dia: 5h30, 13h30 e 21h30. No caso de os rolos serem necessários antes destes horários, dois colaboradores da secção Zell (piso -1) deslocam-se à secção da torcedura (piso 0) e procedem ao transporte dos mesmos.

Já no piso 0, os colaboradores empurram os rolos de forma a colocá-los no monta-cargas. Por sua vez, no piso -1, um colaborador recorre ao uso do empilhador para realizar o transporte dos rolos desde o elevador até à zona de *stock* intermédio.



Figura 31 - Rolos de tecido em verde em espera

4.2 Constituição e funções da equipa de logística

A equipa logística, atualmente, é constituída por 7 colaboradores, 4 deles operam no turno geral (das 8h às 17h) e os restantes colaboradores operam um em cada turno (das 6h até às 14h, das 14h às 22h e das 22h às 6h).

Os quatro colaboradores que se encontram no turno geral são responsáveis pela descarga dos camiões de MP, carregamento dos camiões de produto final (PF) (malhas termofixadas, cabo impregnado e tecido impregnado), tratamento da sucata, transporte de produtos químicos para as máquinas de respetiva utilização (*Single End* e *Zell*), distribuição de MP, recolha de sucata e *scrap*, transporte e armazenamento de PF, teste de caneliras e seu transporte para a área produtiva da tecelagem e, por último, libertação de caixas metálicas para a produção (que envolve a operação de remover todo o cabo impregnado que ainda se encontra nos tubos).

O colaborador que se encontra nos restantes turnos é responsável pelo cumprimento das rotas de distribuição de MP.

4.3 Armazenamento

A C-ITA dispõe de um espaço físico partilhado para armazenamento de MP e de PF. A Figura 32 ilustra o *layout* do armazém.

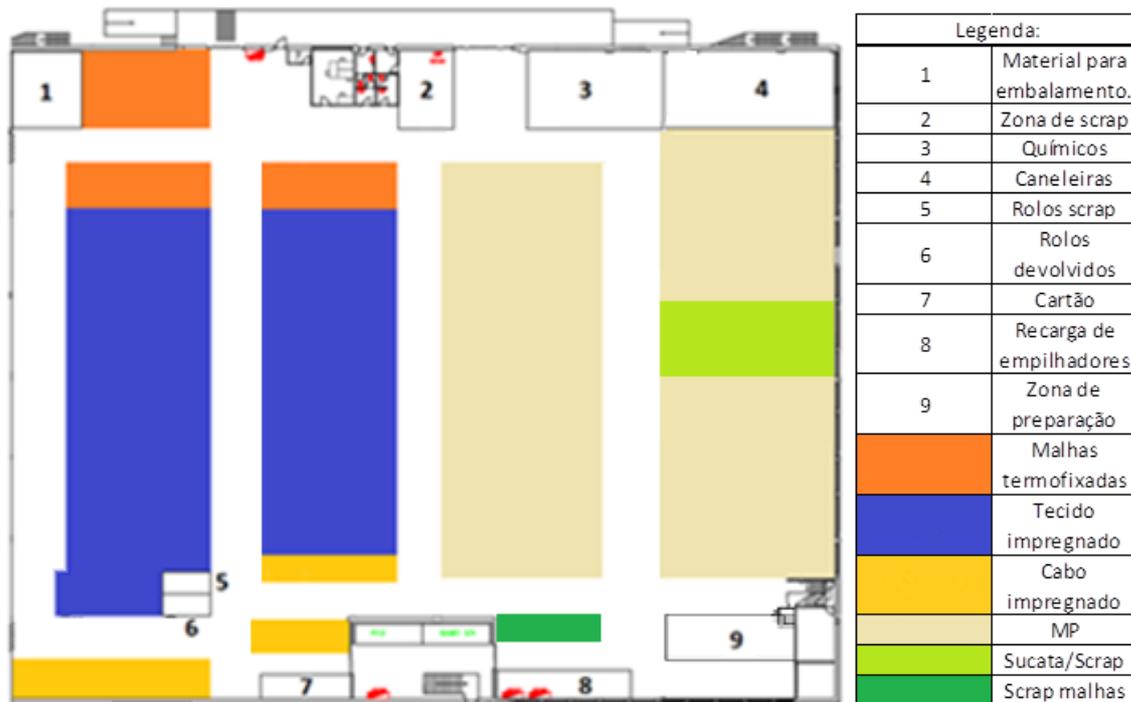


Figura 32 – Layout atual do Armazém

A zona colorida a laranja representa os locais de armazenamento dos produtos finais provenientes da secção das malhas, com a cor azul pode-se identificar a zona de armazenamento de tecido impregnado e, a cor amarela, encontra-se a zona de armazenamento do cabo impregnado. Do lado direito pode verificar-se a zona de armazenamento de MP (representada a bege). Com a cor verde-claro encontra-se representada a área de armazenamento de sucata, paletes vazias e *scrap* (exceto o *scrap* proveniente da secção das malhas que, neste caso concreto, é armazenado na área colorida a verde escuro).

Existem ainda outras áreas, representadas por números, que correspondem ao armazenamento de material para embalagem do tecido impregnado (1), zona de *scrap* (2), armazenamento de químico (3), zona de armazenamento de caneleiras (4), zona de armazenamento de rolos considerados *scrap* (5), zona de rolos devolvidos (6), zona de armazenamento de rolos de cartão – que são utilizados para o embalagem (7), zona de recarga dos empilhadores (8) e a zona de preparação do material para posterior distribuição ao longo das rotas (9) que se encontra apresentada na Figura 33.



Figura 33 - Zona de preparação

O armazém, que se destina ao armazenamento quer de MP quer de PF, apresenta uma largura de 64m e um comprimento de 80m. Dentro desta área existem ainda escritórios, corredores, espaços dedicados ao armazenamento de sucata, *scrap* e outros acessórios (nomeadamente caneleiras e paletes) pelo que a área de armazenamento é de cerca de 1530m² para os PF e de 1480 m² para MP. A Figura 34 mostra o corredor existente entre o armazenamento de produtos finais e, ao fundo, a porta que se destina à expedição.



Figura 34 - Corredor existente na parte do armazenamento de PF

Existe, também, no lado destinado ao armazenamento de MP, um corredor tal como pode ser observado na Figura 35. Do lado direito e esquerdo encontra-se armazenada a MP e em frente os compostos químicos necessários na etapa de impregnação.



Figura 35 - Corredor existente na parte do armazenamento de MP

4.4 Análise crítica e identificação de problemas

Esta secção apresenta a análise crítica da situação atual. Através da observação, diálogo com os colaboradores, análise ABC, VSM e construção de diagramas Spaghetti foi possível identificar vários problemas associados ao fluxo e abastecimento de materiais e gestão do armazém. Inicialmente são apresentadas as análises e, posteriormente, são identificados os principais problemas identificados no armazenamento de MP e PF, no processo de abastecimento MP, recolha de PF e transporte entre áreas produtivas, limitações ergonómicas associadas à movimentação dos materiais e a organização dos postos de trabalhos.

4.4.1 Análise do fluxo e abastecimento de materiais usando o VSM

Para uma melhor compreensão do processo produtivo da C-ITA bem como do fluxo de materiais e do fluxo de valor optou-se por construir um VSM. O material escolhido para a realização do VSM foi a o produto final R0685701AF, um dos cinco tecidos impregnados com maior representação na produção total da C-ITA tendo no período de análise (desde Maio de 2015 a Fevereiro de 2016) sido impregnados 1184148 metros deste tecido. No Anexo IX – Tecidos impregnados e respetiva metragem - pode encontrar-se informação relativa aos tecidos impregnados na C-ITA no período de análise. O resultado da construção deste mapa da cadeia de valor apresenta-se na Figura 36.

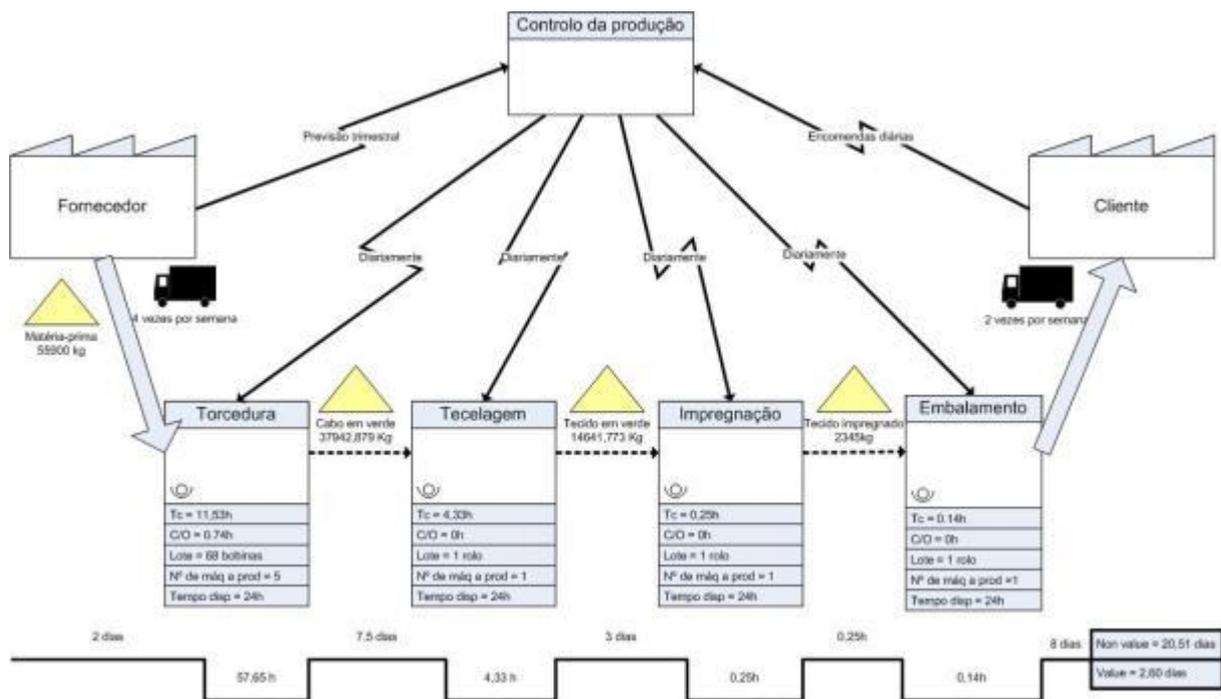


Figura 36 - VSM do artigo R0685701AF

O VSM pode ser consultado com mais detalhe no Anexo X - VSM. O objetivo da realização do VSM prendeu-se com a análise da relação entre o fluxo de materiais e o fluxo de informação e a identificação de desperdícios no fluxo de valor. A análise do mapa permite identificar muitos pontos de armazenamento intermédio ao longo do processo que requerem transporte entre áreas produtivas e, muitas vezes, essas áreas encontram-se em pisos diferentes pelo que uma grande quantidade de tempo é despendida na realização de transportes. Há armazenamento intermédio no final de cada operação sendo que são gastos, aproximadamente, 10,5 dias neste armazenamento, o que se traduz em 51 % do tempo em que não é acrescentado valor.

Nos 23,11 dias representados no mapa, cerca de 88,75% (20,51 dias) do tempo está associado a atividades que não acrescentam valor ao produto, sendo que apenas 11,25% (2,60 dias) do tempo está associado às ações que acrescentam valor ao produto. Para além disso, a realização deste VSM permitiu a identificação do *bottleneck* do sistema produtivo da C-ITA: a tecelagem - o WIP entre a torcedura e a tecelagem apresenta um valor de 37942Kg enquanto que o WIP entre a tecelagem e a impregnação apresenta o valor de 14641kg e o WIP entre a impregnação e o embalamento é de 2345kg.

4.4.2 Falta de organização e espaço no armazém

Nesta secção discutem-se os problemas identificados relacionados com a organização do espaço de armazenamento da MP e do produto final, nomeadamente o armazenamento aleatório de matéria-prima, a falta de uma correta distribuição do espaço para cada tipo de produto final e a falta de uma zona de preparação de cargas.

4.4.2.1 Armazenamento aleatório de matéria-prima

Atualmente, no armazém da C-ITA verifica-se que a alocação das matérias-primas no armazém é feita de uma forma aleatória por forma a rentabilizar o espaço, sendo que, cada MP não tem um local definido. Esta alocação leva a que, por vezes, os materiais mais requeridos sejam armazenados em locais mais distantes do elevador (que é o elemento de ligação entre o armazém, localizado no piso -1, e o piso 0 para onde é transportada 78% da MP requerida no processo produtivo).

Para fazer a análise deste armazenamento começou-se por realizar uma análise ABC de consumo de MP em número de paletes. Para tal, recolheram-se os dados referentes à requisição de MP entre os meses de Maio de 2015 e Fevereiro de 2016, perfazendo um total de 10 meses. Na Tabela 3 podem ser analisados os critérios que deram origem à análise ABC.

Tabela 3 - Análise ABC - Média mensal de paletes por classe

Classe	Porcentagem sobre o total das requisições	Média mensal de paletes
A	80%	Superior a 88 paletes, sendo o valor máximo 417 paletes
B	15%	Entre 50 e 88 paletes
C	5%	Inferior a 50 paletes

Fazendo uso destes critérios chegou-se ao gráfico que se encontra representado na Figura 37. No Anexo VIII – Análise ABC da MP pode encontrar-se a análise detalhada que deu origem ao gráfico da Figura 37.

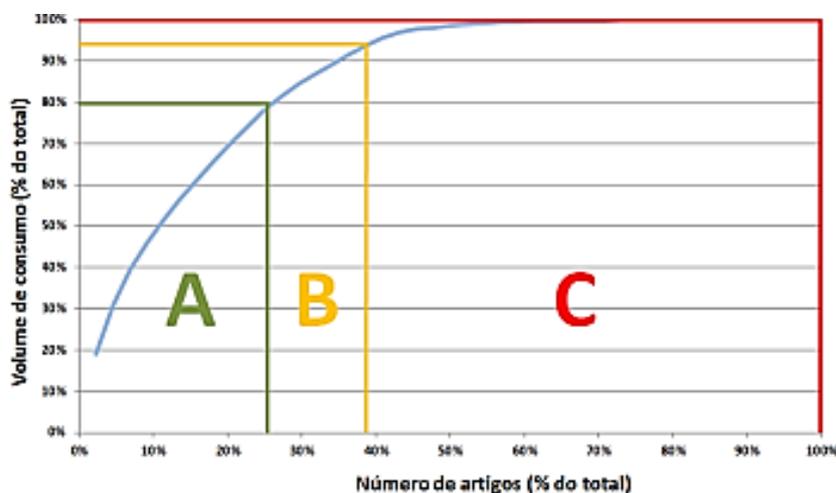


Figura 37 - Análise ABC da requisição de MP

Tal como sugere o gráfico representado na Figura 37, 25% dos artigos (entenda-se 11 das 44 diferentes MP utilizadas pela C-ITA) são responsáveis por 80% do consumo que se dá na tecelagem. Assim sendo, estes artigos são os que necessitam de ser transportados com maior frequência e maior quantidade para o local de consumo. Cerca de 39% dos artigos são responsáveis por 95% dos consumos. Por fim, a grande maioria de artigos (61%) só representa 5% dos consumos.

4.4.2.2 Pouco espaço para armazenamento de produto final, falta de zonas de preparação de carga e informação dos locais

Para analisar o armazenamento de PF começou-se por recolher informação relativa ao espaço destinado ao armazenamento de malhas termofixadas (223m²), de tecido impregnado (1179m²) e cabo impregnado (126m²). Após isto, analisaram-se os dados referentes ao registo de produção desde a semana 33 de 2015 até à semana 7 de 2016 (aproximadamente de Agosto a Fevereiro). Tendo estes dados reunidos, procedeu-se à realização de uma estimativa de quantas unidades de PF seria possível armazenar nos espaços definidos com o objetivo de observar se o espaço atribuído a cada tipo de produto é suficiente. A Figura 38 apresenta a análise efetuada para as malhas termofixadas.

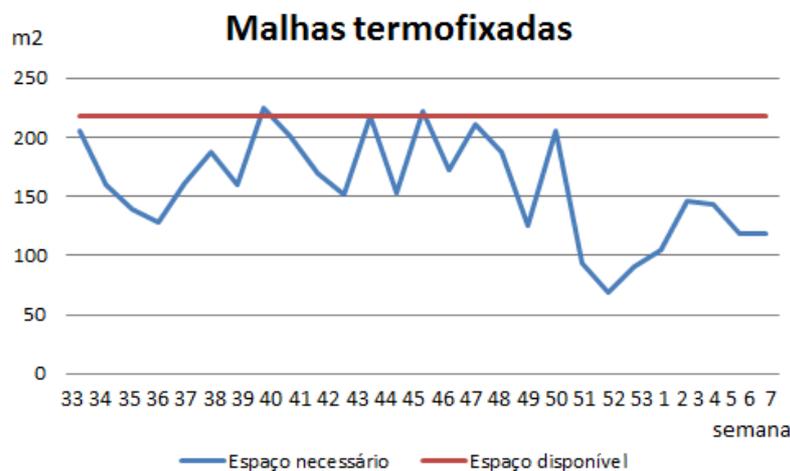


Figura 38 - Análise do espaço de armazenamento - Malhas termofixadas

Tal como se pode verificar na Figura 38, na maior parte das vezes o espaço definido para as malhas termofixadas é suficiente havendo, no entanto, algumas semanas críticas.

Procedeu-se a análise observando o comportamento do tecido impregnado. A Figura 39 representa novamente a relação entre o espaço definido para o tecido impregnado e o espaço necessário. Analisando o gráfico conclui-se que o espaço é sempre suficiente sendo que, na semana em que o *stock* de tecido impregnado atinge o seu máximo, ainda existem mais de 200m² de espaço livre.

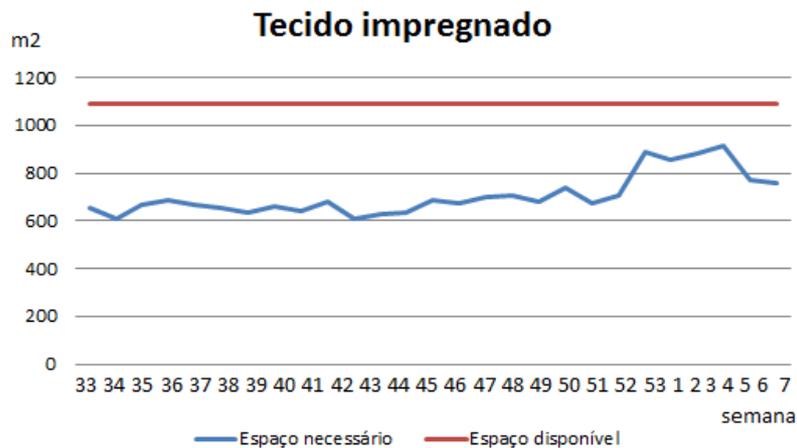


Figura 39 - Análise do espaço de armazenamento - Tecido impregnado

Por fim, analisou-se o espaço atribuído ao cabo impregnado. A Figura 40 indica que o espaço definido para o armazenamento de cabo impregnado nem sempre é suficiente pelo que dá origem às situações que foram analisadas no início desta secção, nomeadamente alternância entre armazenamento de tecido e cabo impregnados pois a incorreta definição do espaço de armazenamento atribuído a cada produto faz com que não haja espaço para colocação de cabo impregnado na área definida para o mesmo.

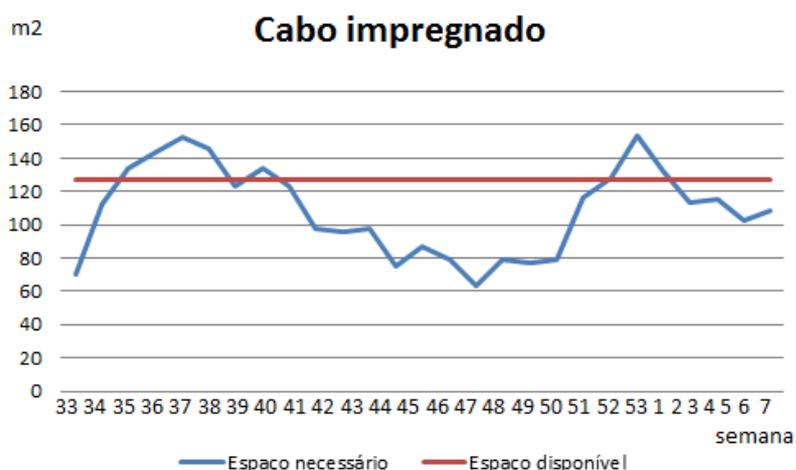


Figura 40 - Análise do espaço de armazenamento - Cabo impregnado

Segundo a metodologia atualmente praticada existe um espaço definido para cada tipo de produto (tecido impregnado, cabo impregnado e malhas termofixadas), no entanto, quando o espaço definido não é suficiente o produto é armazenado onde existir espaço livre. Existe apenas a restrição de armazenar as malhas termofixadas junto da porta de expedição dadas as limitações de transporte deste produto bem como a necessidade de mão-de-obra sempre que é realizado o transporte. Tal situação será descrita na secção 4.4.2.2.

Por outro lado, verifica-se a inexistência de uma zona de preparação de carga a expedir o que faz com que os tempos de carregamento dos camiões tendem a ser elevados sendo que o carregamento das malhas termofixadas é o mais crítico, rondando os 80 minutos. Por outro lado, verifica-se também uma maior necessidade de mão-de-obra em alguns momentos o que compromete, em situações extremas, o bom funcionamento da equipa de logística já que os colaboradores têm de parar as atividades em curso para ajudar no carregamento dos camiões.

Outra dificuldade observada prende-se com a parca gestão visual apresentada no armazém: não raras vezes os colaboradores necessitam de fazer pausas no transporte para se informarem do local de destino da carga que se encontram a movimentar. Por outro lado, como não há definição de locais específicos para cada artigo, em situações de *stock* elevado acabam por ocorrer situações como a ilustrada na Figura 41 onde se pode observar o armazenamento alternado entre cabo impregnado (caixas metálicas) e rolos de tecido impregnado.



Figura 41 - Colocação dos produtos finais no armazém

Outra situação verificada no armazém de produto final aquando da existência de grandes quantidades de *stock* é a colocação de diferentes produtos finais na mesma fila (Figura 42).



Figura 42 - Cabo e tecido impregnado

4.4.3 Falta de normalização de rotas e adequado transporte

Esta secção apresenta os problemas associados à falta de normalização de rotas e adequado transporte o que se traduz numa acumulação excessiva de MP nos *buffers* (locais previamente definidos para a colocação de MP) e também da acumulação de WIP em locais inadequados.

4.4.3.1 Acumulação excessiva de matéria-prima nos buffers

Apesar dos esforços desenvolvidos pela C-ITA no sentido de melhorar o abastecimento de MP, continua a verificar-se uma acumulação excessiva de MP nos *buffers*. Torna-se necessário intervir neste aspeto no sentido de diminuir as quantidades distribuídas em cada rota. A C-ITA apresenta um período de laboração de 24h tendo, portanto, três turnos: das 6h até às 14h; das 14h até às 22h e das 22h até às 6h. Assim sendo, cada turno dispõe de duas rotas de distribuição de MP. O gráfico da Figura 43 apresenta uma análise à quantidade média e máxima de MP entregue por rota. Os valores foram obtidos a partir do ficheiro de requisição de MP onde consta a quantidade de paletes requisitadas e entregues.

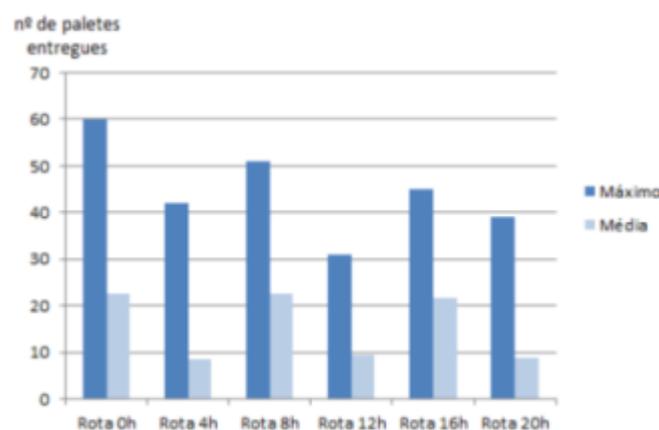


Figura 43 - Número de paletes entregues por rota

Através da análise do gráfico apresentado, pode concluir-se que a primeira rota de cada turno apresenta uma requisição de MP superior à segunda rota. Desta forma, há necessidade de balancear as rotas de forma a que os *buffers* sejam abastecidos apenas com a quantidade necessária em cada rota.

4.4.3.2 Excesso de WIP e em local inadequado

Verifica-se uma excessiva quantidade de bobinas de cabo em verde acumuladas na secção da torcedura devido à inexistência de carros de esquinadeira disponíveis. No exemplo da Figura 44 pode verificar-se a existência de 21 paletes (sendo que cada paleta tem, neste caso, 72 bobinas) de material que aguarda armazenado neste local até que haja libertação de carros de esquinadeira por parte da

tecelagem e posterior transporte. A Figura 44 representa dois dias e meio de trabalho na secção da tecelagem. Este WIP é denominado de cabo em verde (MP após sofrer torcedura) e destina-se a ser utilizado pela secção da tecelagem.



Figura 44 – WIP bobinas de cabo

Por outro lado, existe também WIP depositado em locais inadequados. O número de rolos de cabo em verde neste local (torcedura), durante o período de realização desta dissertação, atingiu o máximo de 8 rolos. Tal como já foi referido, o transporte dos rolos de tecido em verde não é realizado de uma só vez. Assim, os rolos provenientes da tecelagem são colocados no local representado na Figura 45 (mesmo em frente ao monta cargas) onde foi previamente colocado um plástico para se proceder ao embalamento do mesmo. Posto isto, o rolo é empurrado na direção contrária à do monta-cargas e, após acumulação de uma quantidade considerável de rolos, estes são empurrados para o monta-cargas para serem transportados para o piso -1.



Figura 45 - Local de espera dos rolos de tecido em verde

Para além das limitações de mobilidade facilmente identificáveis através da visualização da imagem surge ainda o problema de limitação de acesso à albufeira. Com a acumulação de rolos nesta zona torna-se impossível o transporte dos carros de esquinadeira presentes em diversas linhas da albufeira.

4.4.3.3 Falta de ligação entre carros de transporte entre áreas produtivas

Outra das limitações observadas no que diz respeito aos transportes relaciona-se com a falta de um elemento de fixação entre carros de esquinadeira. Assim, o colaborador responsável pelo transporte dos carros de esquinadeira vê-se obrigado a recorrer a cordas para unir os carros de esquinadeira de forma a conseguir realizar o transporte de uma só vez. Quando o colaborador chega ao destino há necessidade de remover as cordas uma a uma de novo, o que aumenta significativamente o tempo de transporte visto que se perde, em média, 2,43 minutos para atar as cordas e 0,83 minutos para desatá-las.

4.4.3.4 Transporte inadequado de produto final

A maior limitação verificada no transporte de produtos finais ocorre na secção das malhas termofixadas. Este transporte é efetuado recorrendo ao uso de empilhadores em ambos os pisos.

Quando a produção das malhas termofixadas se finaliza, os rolos saem da râmula, são embalados e posteriormente colocados numa palete tal como pode ser observado na Figura 46. A palete utilizada para colocar os rolos tem as dimensões de 1m de largura e 1,2m de comprimento. No que diz respeito aos rolos, o diâmetro dos mesmos pode ir até 0,75m e o comprimento é aproximadamente 1,8m.



Figura 46 - Modo de transporte de malhas termofixadas

Em cada viagem realizada pelo empilhador apenas pode ser transportada uma palete, ou seja, dois rolos. Esta forma de transporte e embalamento deste PF representa riscos ergonómicos para os colaboradores que auxiliam o transporte/carregamento do camião de produto final, limitações relativamente à quantidade de rolos transportados por cada movimentação do empilhador, instabilidade da carga e, conseqüentemente, insegurança no transporte.

4.4.4 Limitações ergonómicas associadas à movimentação de materiais

Nesta secção são analisadas as limitações ergonómicas existentes nos diversos transportes realizados na C-ITA.

4.4.4.1 *Malhas termofixadas*

Existem tarefas que, tendo em conta as condições de trabalho atuais, obrigam a que se proceda à manipulação manual de cargas que acarretam um considerável risco ergonómico. Estes perigos representam limitações para os colaboradores uma vez que se podem repercutir gravemente na saúde dos mesmos. Dada a frequência diária da necessidade de movimentação de cargas existentes no armazém, nomeadamente as que são inerentes à tarefa de carregar o camião com rolos de malhas termofixadas (note-se que o cada camião, no caso de a carga estar completa, transporta 72 rolos e cada rolo tem diâmetro variável, entre 0,6m e 0,75m, e 1,8m de comprimento pesando por volta de 120kg), é importante dar ênfase às posturas adotadas pelos trabalhadores, analisar e controlar o risco existente com o objetivo de eliminar o risco ou, pelo menos, minimizá-lo.

A movimentação dos rolos apresenta limitações ergonómicas, representando um risco de possíveis lesões futuras. Além disso é ainda evidente a dificuldade do carregamento do camião, sendo necessários quatro colaboradores para a realização deste processo: dois colaboradores empurram os rolos até ao empilhador, um colaborador conduz o empilhador e o quarto colaborador encontra-se dentro do camião para ajudar na colocação dos rolos e colocar cintas de forma a tornar a carga mais estável.

Para uma melhor compreensão do risco associado a estas atividades procedeu-se à identificação das tarefas críticas na movimentação de rolos de malhas termofixadas assim sendo chegou-se à seguinte lista:

- Colocar os rolos nas pás do empilhador – dois colaboradores empurram os rolos e colocam-nos no empilhador para posterior colocação no camião;
- Posicionar os rolos no camião – dois colaboradores ajudam a tirar o rolo do empilhador e a colocá-lo na posição correta podendo o rolo ser colocado em 3 níveis diferentes, a análise foi feita para o terceiro nível;
- Colocação de cintas – após um determinado número de rolos colocados no camião procede-se à colação de cintas para minimizar a instabilidade da carga.

A presente análise foi realizada com o intuito de perceber qual o risco associado às tarefas realizadas atualmente pelos colaboradores da C-ITA aquando do transporte de malhas termofixadas e carregamento do camião para posterior entrega ao cliente tendo utilizado métodos de avaliação de risco ergonómico, que revelam se o trabalhador ao executar a tarefa de uma determinada forma está, ou não, em risco de desenvolver lesões músculo-esqueléticas.

Os métodos utilizados para a realização desta análise foram o método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) e o método KIM (*Key Indicator Method*). O método KIM foi selecionado para analisar a tarefa 1 pois permite fazer uma análise cuidada de atividades que envolvam tarefas como elevar, baixar, segurar, transportar, puxar ou empurrar. A Figura 47 apresenta a amplitude do risco associada a cada pontuação obtida através da aplicação do método bem como uma breve descrição de cada categoria de risco.

Amplitude do Risco ³	Pontuação Total do Risco	Descrição
1	< 10	Situação de carga baixa, improvável o aparecimento de sobrecarga física.
2	10 a < 25	Situação de aumento de carga, provável sobrecarga física para pessoas com menos força. Para esse grupo, é útil uma reavaliação do local de trabalho.
3	25 a < 50	Situação de elevado aumento de carga, também provável sobrecarga física para pessoas normais. É recomendado a reavaliação do local de trabalho.
4	≥ 50	Situação de carga elevada, é provável o aparecimento de sobrecarga física. É necessária uma reavaliação do local de trabalho.

Figura 47 – Método KIM: Amplitude do risco (adaptado de Klusman, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H. & Rieger, 2010)

O método RULA foi escolhido para avaliar as tarefas 2 e 3 pois permite analisar os riscos associados à postura, à contração muscular estática, força e repetição permitindo assim fazer uma análise à postura, força e os movimentos associados a tarefas de manipulação de indole repetitiva. A Figura 48 apresenta os diferentes níveis de ação que a aplicação do método RULA sugere, a pontuação de cada nível e uma sugestão de ação.

Nível de Ação	Ação
A	Pontuação de 1 ou 2 indica que aquela postura é aceitável se não for mantida ou repetida durante períodos longos.
B	Pontuação de 3 ou 4 indica que é necessário mais observação e poderá ser necessário introduzir alterações .
C	Uma pontuação de 5 ou 6 indica que é necessário uma investigação cuidada e que devem ser introduzidas modificações em breve .
D	Uma pontuação de 7 indica que é necessário investigação e que devem ser introduzidas modificações imediatas .

Figura 48 – Método Rula: Níveis de ação, (adaptado de McAtamney & Nigel Corlett, 1993)

Posto isto, iniciou-se a análise das tarefas, iniciando-se pela tarefa 1: colocação dos rolos nas pás do empilhador (Figura 49).



Figura 49 - Colocação dos rolos nas pás do empilhador

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos através da avaliação da atividade pelo método KIM.

Tabela 4 - Aplicação do método KIM - tarefa 1

Parâmetro a avaliar	Descrição	Pontuação
Tempo (a)	Distância menor que 5m Realiza-se entre 40 a 200 vezes ao dia	4
Precisão e velocidade no tempo (b)	Lento Lento (<0.8 m/s)	1
Carga (c)	Carga rolada Entre 100 a 200kg	1.5
Postura (d)	Corpo baixo, inclinado em direção do movimento	4
Condições de trabalho (e)	Solo firme e seco, sem inclinação, sem obstáculos	0
Pontuação final	$[(b)+(c)+(d)+(e)] \times (a) \times 1$	26
Nível de ação	Situação de elevado aumento de carga, também provável sobrecarga física para pessoas normais. Recomendada a reavaliação do local de trabalho.	3

Prosseguiu-se a análise avaliando a tarefa 2 que se encontra apresentada na Figura 50: Posicionamento dos rolos no camião utilizando o método RULA.



Figura 50 - Posicionamento dos rolos no camião

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos através da avaliação da atividade utilizando o método RULA.

Tabela 5 - Aplicação do método RULA - tarefa 2

	Parâmetro a avaliar	Descrição	Ajuste	Pontuação
GRUPO A	Posição do braço	Superior a 90°	Ombro levantado	4+1
	Posição do antebraço	Superior a 90°	-	2
	Posição do pulso	Entre 0° e 20°	-	2
	Rotação do pulso	Rotação próxima do limite	-	2
Tabela A				6
	Utilização muscular	-	-	-
	Carga/força	Superior a 10 Kg	-	3
Linha da tabela C				9
GRUPO B	Posição do pescoço	Entre 0° e 10°	Rotação lateral	2
	Posição do tronco	Entre 0° e 20°	Rotação lateral	3
	Posição das pernas	Mal apoiadas/postura instável	-	2
Tabela B				4
	Utilização muscular	A postura é mantida mais do que 1 minuto	-	1
	Carga/força	Superior a 10 Kg	-	3
Coluna da tabela C				8
Pontuação Tabela C				7
Nível de acção				D
		É necessária investigação e devem ser introduzidas modificações imediatas		

Ulteriormente concluiu-se a análise ergonómica fazendo a avaliação da tarefa 3 que se encontra apresentada na Figura 51: Colocação de cintas utilizando o método RULA. A Figura 51 evidencia a dificuldade sentida aquando da colocação de cintas no camião para aumentar a estabilidade da carga. Em média, são colocadas cinco a seis cintas por camião sendo que, em média, é carregado um camião por dia.



Figura 51 - Colocação de cintas

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos através da avaliação da atividade pelo método RULA. Para realizar esta análise recorreu-se aos documentos que se encontram no Anexo XI – Análise ergonómica - movimentação das malhas termofixadas.

Tabela 6 - Aplicação do método RULA - tarefa 3

	Parâmetro a avaliar	Descrição	Ajuste	Pontuação
GRUPO A	Posição do braço	Entre 45° a 90°	Ombro levantado	3+1
	Posição do antebraço	Superior a 90°	-	2
	Posição do pulso	Entre 0° e 20°	-	2
	Rotação do pulso	Rotação próxima do limite	-	2
Tabela A				4
	Utilização muscular	A postura é mantida mais do que 1 minuto	-	1
	Carga/força	Entre 2kg a 10 kg (intermitente)	-	1
Linha da tabela C				6
GRUPO A	Posição do pescoço	Entre 0° e 10°	Rotação lateral	2
	Posição do tronco	Entre 0° e 20°	Rotação lateral	3
	Posição das pernas	Mal apoiadas/postura instável	-	2
Tabela B				4
	Utilização muscular	A postura é mantida mais do que 1 minuto	-	1
	Carga/força	Entre 2kg a 10 kg (intermitente)	-	1
Coluna da tabela C				6
Pontuação Tabela C				7
Nível de acção				D
		É necessária investigação e devem ser introduzidas modificações imediatas		

4.4.4.2 Rolos de tecido em verde

A forma de transportar estes rolos levanta algumas questões ergonómicas uma vez que, neste troço, os rolos são empurrados por duas pessoas e, por vezes, um só rolo pesa mais do que uma tonelada. Assim sendo e por forma a perceber a necessidade de repensar a forma de transportar estes rolos foi feita uma análise ergonómica recorrendo ao método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). Para analisar a atividade já descrita fez-se uso do documento presente no Anexo XII – Análise ergonómica - movimentação dos rolos de tecido em verde.

Foi escolhido este método por ser uma metodologia de análise sistemática que permite uma rápida avaliação da postura corporal dos colaboradores e do risco associado. A Figura 52 apresenta os 5 níveis de ação do método REBA bem como os respetivos níveis de risco e as ações que devem ser tomadas.

Nível de ação	Pontuação REBA	Nível de risco	Ação (incluindo avaliação ulterior)
0	1	Insignificante	Nenhuma
1	2 – 3	Baixo	Poderá ser necessária
2	4 – 7	Médio	Necessária
3	8 – 10	Alto	Necessária em breve
4	11 - 15	Muito alto	Necessária já

Figura 52 - Níveis de ação REBA (adaptado de Hignett & McAtamney, 2000)

A postura que serviu de base para a realização do referido teste está representada na Figura 53.



Figura 53 - Movimentação dos rolos até ao monta-cargas

Foi escolhida esta atividade devido à sua frequência que é, em média, 16 rolos (note-se que este valor depende da quantidade de teares que se encontram a produzir e das especificações do cliente, isto é, podem ser produzidos rolos duplos ou triplos o que significa que em vez de dois ou três rolos, respetivamente, vai existir apenas um rolo pelo que o rolo se torna ainda mais pesado), à força que requer para ser executada, e por, aparentemente, ser uma das atividades responsáveis por causar um maior desconforto. A aplicação do método REBA para esta atividade encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Aplicação do método REBA

	Descrição	Movimento	Pontuação
GRUPO A	A1 – Tronco	Flexão superior a 60°	4
	A2 – Pescoço	Flexão entre 0° e 20°	1
	A3 – Membro inferior	Peso bilateral	1+1
	Quadro A		5
	Pontuação da Carga/Força		2
	TOTAL Quadro A		7
	GRUPO B	B1 – Braço	Flexão superior a 90°
B2 – Antebraço		Flexão inferior a 60°	2
B3 – Pulsos		Flexão superior a 15°	2
Quadro B			8
Coupling			3
TOTAL Quadro B			11
		QUADRO C	
	Pontuação da atividade		1
	Nível de risco alto	Necessária ação já	12

Assim, tendo por base os resultados do método REBA, verifica-se uma elevada necessidade de ponderar hipóteses alternativas para a realização deste movimento.

4.4.5 Não existência de uma equipa de logística interna

Nesta secção são apresentados os problemas associados à falta de definição de uma equipa de logística interna, nomeadamente a perda de produtividade associada à ausência de uma equipa de logística interna.

4.4.5.1 *Perda de produtividade associada à ausência de uma equipa de logística interna*

Com base no histórico de produção foi realizado um estudo do tempo despendido no transporte de PF, visto ser uma atividade sem colaboradores definidos pelo que é realizada pelos colaboradores da produção, com vista a aferir qual a produtividade perdida pelo colaborador da produção aquando da necessidade de abandonar o respetivo posto de trabalho para se realizar atividades de transporte de materiais. Este valor tem um pico de 78,5% (produtividade perdida de um colaborador, assumindo que

este realiza todos os transportes de PF) e uma média de 28% nos três turnos. A Figura 54 apresenta a produtividade perdida por turno.

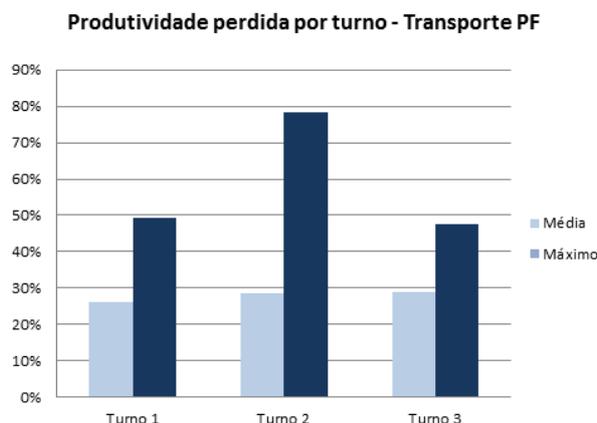


Figura 54 - Produtividade perdida por turno no transporte de PF

Analisando o gráfico da Figura 54 verifica-se que a média de produtividade perdida por turno é semelhante nos três turnos e que o pico de produtividade perdida se verificou no turno 2.

4.4.6 Síntese de problemas identificados

Após a identificação dos problemas, procedeu-se à construção de uma tabela síntese das limitações do sistema logístico atual evidenciadas neste capítulo (Tabela 8).

Tabela 8 - Resumo de problemas identificados

Problema	Consequências	Desperdícios inerentes
Armazenamento aleatório de MP	- Elevado tempo de identificação do local onde se encontra a MP; - Armazenamento de MP não conforme com a rotatividade evidenciada por cada MP; - Elevadas distâncias percorridas.	Inventário Transporte
Pouco espaço para armazenamento do PF e falta de informação dos locais	- Limitações evidenciadas no espaço atribuído a cada PF; - Elevadas distâncias percorridas.	Inventário Transporte
Acumulação excessiva de MP nos buffers	- Existência de demasiada MP nos buffers; - Falta de balanceamento das rotas.	Transporte
Excesso de WIP e em local inadequado	- Dificuldades de acesso à albufeira; - Possível deterioração dos produtos intermédios.	Esperas
Falta de ligação entre carros de transporte entre áreas produtivas	- Perda de produtividade por parte dos colaboradores da produção que realizam os transportes;	Esperas

Problema	Consequências	Desperdícios inerentes
Transporte inadequado de PF	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de produtividade por parte dos colaboradores da produção que realizam os transportes; - Transporte de malhas termofixadas: limitações ergonómicas, instabilidade da carga, baixo número de unidades transportadas simultaneamente e elevado tempo de transporte; - Falta de segurança para os colaboradores; - Possíveis lesões músculo-esqueléticas 	Transporte Movimentações
Limitações ergonómicas associadas à movimentação de materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Danos irreversíveis na saúde dos colaboradores. 	Deslocações Manuseamento Manipulações
Perda de produtividade associada à ausência de uma equipa de logística interna	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de tempo aquando da necessidade de abandonar o posto de trabalho para realização de atividades logísticas. 	Deslocações

Como forma de identificar quais as causas fulcrais da ineficiência do atual sistema logístico recorreu-se à construção de um diagrama de causa-efeito, enquadrando as principais causas nas categorias 5M1E, isto é, *Man, Machine, Material, Methods, Measurement* e, por fim, *Environment*, representado na Figura 55.



Figura 55 - Diagrama de causa-efeito da ineficiência do sistema logístico

5 APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Ao longo deste capítulo são apresentadas as propostas de melhoria para resolver os problemas identificados no capítulo anterior. Este capítulo é iniciado com Tabela 9 que contem o plano de ações segundo a metodologia 5W2H (*What, Why, Who, Where, When, How e How Much*) para cada problema identificado na secção anterior.

Ao longo deste capítulo são apresentadas propostas de reorganização do armazém e redefinição de locais de armazenamento de MP e PF e são apresentadas propostas de implementação de gestão visual no armazém, é feita ainda a definição das rotas de recolha de sucata, *scrap*, produtos intermédios e produtos finais. De seguida é apresentada uma proposta para diminuir o tempo despendido na ligação de carros de transporte entre áreas produtivas. É ainda apresentada uma proposta para melhoria das condições de transporte de PF. Por fim, é apresentada uma sugestão de organização da equipa de logística interna.

5.1 Definição de áreas e gestão visual no armazém

Nesta secção apresentam-se as propostas para reorganização do armazém, nomeadamente redefinição dos locais de armazenamento de MP, sucata, *scrap* e PF. Posteriormente, é ainda sugerida a criação de uma zona de preparação e a implementação de gestão visual.

5.1.1 Armazenamento de Matéria-Prima

A C-ITA utiliza um leque de 44 MP diferentes pelo que se considerou que não se deveria dedicar um tipo de MP a cada localização mas sim uma área para um conjunto de MP dependendo da sua rotação.

Fez-se, assim, uso da análise ABC das requisições de paletes durante 10 meses, desde o início mês de Maio de 2015 até ao mês de Fevereiro de 2016 (note-se que nenhum dos artigos apresenta sazonalidade).

Tabela 9 - Plano de ações - 5W2H

What?	Why?	Who?	Where?	When?	How?	How much?
Definição de áreas e gestão visual no armazém	<ul style="list-style-type: none"> - Armazenamento aleatório de MP; - Pouco espaço para armazenamento de PF; - Falta de informação dos locais de armazenamento para cada artigo. 	- Equipa de logística interna.	- Armazém.	- O mais cedo possível.	<ul style="list-style-type: none"> - Alocação das MP consoante a análise ABC possibilitando a redução de distâncias percorridas e de tempos de transporte; - Marcação do espaço no armazém – gestão visual; - Alocação de espaço suficiente para cada PF mesmo aquando da existência de picos de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não é necessário investir. Apenas ir mudando gradualmente a localização dos materiais. - Sem custos. Realocação de um colaborador.
Redefinição de rotas de abastecimento e distribuição	<ul style="list-style-type: none"> - Acumulação excessiva de MP nos buffers; - Excesso de WIP e em local inadequado. 	- Equipa de logística interna.	- Toda a área de produção.	- O mais cedo possível.	<ul style="list-style-type: none"> - Especificação do novo horário no ficheiro de requisição de MP minimizando assim dos pedidos extra de MP devido à imprecisão do momento de entrega; - Redefinição das rotas de forma a abrangerem todos os materiais que necessitam de transporte; - Colaborador responsável por levar carros de esquinadeira cheios retornar com carros vazios. 	- Sem custos.
Meios e tipos de transporte adequados	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de elemento de ligação entre carros de transporte entre áreas produtivas; - Questões ergonómicas associadas à falta de estrutura adequada para transporte de malhas termofixadas e tecido em verde. 	- Equipa de logística interna.	- Toda a área de produção.	- O mais cedo possível	<ul style="list-style-type: none"> - Especificação de um elemento de ligação entre carros de transporte entre áreas produtivas; - Criação de uma estrutura para transporte de malhas termofixadas (4 a 6 rolos em simultâneo); - Alteração do processo de transporte de tecido em verde (utilização do carro laranja já existente); 	<ul style="list-style-type: none"> - Elemento de ligação: 20,20€ (10 unidades); - Estrutura para transporte de malhas termofixadas: 4612,50€ (5 estruturas); - Reestruturação do transporte de tecido em verde: sem custos
Melhoria do ficheiro de requisições	<ul style="list-style-type: none"> - Ficheiro de requisições desatualizado; - Apenas existe a possibilidade de requerer MP (não há possibilidade de requerer outros transportes nem produtos químicos). 	- Depart. de Engenharia e Gestão Industrial.	- Toda a área de produção.	- O mais cedo possível	<ul style="list-style-type: none"> - Atualização dos layouts das diferentes secções; - Adição do submenu de requisição de produtos químicos; - Adição da possibilidade de requisição de transporte para sucata e scrap. 	- Sem custos.
Redefinição da equipa de logística interna	<ul style="list-style-type: none"> - Equipa mal dimensionada; - Colaborares da produção abandonam o seu posto de trabalho para realizarem atividades de transporte. 	- Depart. de Engenharia e Gestão Industrial.	- Toda a área de produção.	- O mais cedo possível	<ul style="list-style-type: none"> - Redefinição das atividades a atribuir à equipa logística; - Redefinição do número de colaboradores necessários. 	- Sem custos.

Por forma a minimizar as distâncias percorridas e, conseqüentemente, o tempo de preparação de cada rota optou-se por realocar as MP tendo em conta a sua rotação. Chegou-se, assim, a três subconjuntos de materiais estando estes representados na Tabela 10.

Tabela 10 - MP agrupadas por rotação

Grupo A	Grupo B	Grupo C	
R074190101	R072800101	R072820101	R073120301
R080420101	R073620101	R074760101	R080280101
R073250101	R072970101	R072990101	R079430101
R074160101	R078420101	R073620101	R073630101
R081030101	R073190101	R073150101	R073020101
R072950101	R073450101	R072830101	R073660101
R078410101		R072060102	R074100101
R072890101		R073150201	R073640101
R072840101		R073110201	R073000101
R078430101		R072880101	R080280101
R073350101		R073010101	R080280101
		R073080201	R073110301
		R072870101	R073090101
		R074150101	

O grupo A representa 80% das requisições de MP efetuadas entre Maio de 2015 e Fevereiro de 2016, o grupo B 15% e o grupo C 5%. Tendo em conta que o espaço destinado ao armazenamento de MP é de 1335m² o grupo A deve abranger uma área de aproximadamente 1068m² (tendo capacidade para armazenar 2670 paletes uma vez que podem empilhar-se até ao terceiro nível), o grupo B de 200m² (500 paletes) e o grupo C de 67m² (167 paletes), ou seja, a área total de armazenamento de MP multiplicada pela percentagem sobre as requisições que cada grupo apresenta. Foi também necessário especificar o local adequado para a sucata e *scrap*.

Segundo a informação recolhida, a média mensal transportada de cada material é a seguinte:

- Grupo A – 1717 paletes;
- Grupo B – 342 paletes;
- Grupo C – 138 paletes;
- *Scrap* – 80 paletes.

Relativamente à sucata, não existem valores registados pelo que se considerou a opinião dos colaboradores que referiram que, em média, seriam transportadas cerca de 20 paletes por turno (sendo que este valor apresenta bastante variação) o que perfaz uma média mensal de 1800 paletes sucata sendo estas removidas do armazém duas vezes por semana. Assim sendo, e devido à elevada quantidade de sucata transportada decidiu-se que esta deveria estar próxima do elevador. Assim sendo, a prioridade de alocação do espaço passaria por: Grupo A, sucata, Grupo B, Grupo C e, finalmente, *scrap*.

O *layout* a que se chegou encontra-se representado na Figura 56 sendo que, a cor azul clara representa o grupo A, a cor laranja a sucata, a cor azul (tom intermédio) representa o grupo B, a cor azul escura representa o grupo C e, por último, a cor verde encontra-se representado o *scrap*. Optou-se por manter a zona de preparação e a zona de *scrap* junto desta que se destina ao armazenamento de *scrap* proveniente da secção das malhas visto ser um tipo de material diferente do restante *scrap*.



Figura 56 - Proposta para as áreas de MP no armazém de MP

5.1.2 Armazenamento de Produto Final e criação de zona de preparação

Relativamente ao armazenamento do PF, após ser feita a análise do espaço dedicado a cada tipo de produto final na secção 4.4.2.2 optou-se por redefinir a área e o local a atribuir a cada produto final. Assim, verifica-se a necessidade de aumentar a área dedicada às malhas termofixadas e ao cabo impregnado. No caso do tecido impregnado existe sempre uma margem de área disponível sendo que

no pico de *stock* (verificado na semana 5 de 2016) ainda dispunha de 265m² de área livre. Desta forma, analisou-se o espaço existente e qual a forma de poder aproveitá-lo de forma mais eficiente.

Tendo em conta a necessidade de criar uma zona de preparação de carga a exportar começou-se por decidir qual a melhor área a atribuir a esta zona bem como a área desejável. Seguidamente analisou-se o fluxo obrigatório de cada produto, quer isto dizer, o percurso que os produtos finais têm de percorrer desde o local onde sofrem a última operação até à porta de expedição tendo em conta o *layout* encontrado no início deste projeto bem como as rotas praticadas. Surgiu assim a necessidade de realocar os produtos por forma a minimizar as distâncias percorridas.

Fez-se ainda uma breve análise à área de cada tipo de material que serviu como ponto de partida para a realocação dos produtos.

Tabela 11 - Área necessária para os diferentes materiais

Material	Dimensão máxima do produto	Área atual	Observações
Malhas termofixadas	Rolo de 0,75m de diâmetro por 1,80m de comprimento	223.89m ²	Necessidade de um aumento da área destinada a este material
Cabo impregnado	Palete de 1,20m por 1,60m	126.65m ²	Necessidade de aumento da área dedicada a este material
Tecido impregnado	Rolo de 1,20m de diâmetro por 1,80m de comprimento	1179.67m ²	Área suficiente
Rolos devolvidos	Depende do tipo de material (dimensões especificadas nas linhas superiores)	21.2m ²	Área suficiente
Material para embalagem	Diferentes tipos de material, dimensões variadas	60.38m ²	Área suficiente

Após esta análise, e considerando a necessidade de aumento de espaço de armazenamento das malhas termofixadas e do cabo impregnado, definiram-se novas áreas para cada produto resultando a proposta que se encontra representada na Figura 57.



Figura 57 - Proposta de realocação dos PF

Com a cor verde, encontra-se representado a área a associar ao cabo impregnado. Houve realocação de algumas áreas, no entanto, a maior alteração neste tipo de produto prende-se com a área de armazenamento. Inicialmente, a área de armazenamento de cabo impregnado era de 127m² sendo que na proposta apresentada aumenta para 140m². O local onde a proposta sugere que seja armazenado o produto final é próximo do espaço já definido uma vez que, devido à localização da *Single End* (máquina de impregnação de cabo), a porta mais próxima do armazém é aquela que se encontra representada pela origem da linha verde (que representa o mínimo percurso possível a percorrer desde que o PF entra no armazém até que é exportado).

De seguida, foi também aumentada a área dedicada às malhas termofixadas passando de 218m² para 245m². Este tipo de produto final foi colocado noutra área, mais longe da porta de expedição, porém mais perto do monta-cargas por onde se realiza o transporte de PF quando se encontra finalizado. Uma vez que todo o processo produtivo se realiza no piso 0, há sempre necessidade de recorrer ao monta-cargas para realizar o transporte das malhas termofixadas para o armazém.

A área a azul representa a zona de armazenamento de tecido impregnado, trata-se do produto final com maior representatividade da empresa. É também o produto que é transportado com mais frequência e o mais pesado. A linha de cor azul representa o fluxo obrigatório deste tipo de produto, isto é, desde que entra no armazém até ser expedido (tendo em conta a localização da máquina de impregnar – máquina onde é finalizado o produto – o tecido impregnado entra sempre no armazém através da porta representada na Figura 57), assim sendo a área mais próxima da porta de expedição foi dedicada a este produto. A área inicial deste produto era de 1189m² sendo que, tal como verificado na secção 5.4.4, existia sempre espaço vazio, mesmo aquando da verificação de picos de produção. Como tal, reduziu-se o espaço a dedicar ao tecido impregnado para 990m².

Foi ainda criada uma zona de preparação de carga, representada pelo número 1, com 90m². Os materiais a colocar nesta área deveriam ser os que contêm as referências pedidas na encomenda (paletes ou rolos) e nas quantidades especificadas pelo cliente por forma a minimizar o tempo de carregamento do camião e a permitir um melhor planeamento do dia de trabalho por parte da equipa logística. A área representada pelo número 2 destina-se ao armazenamento de rolos devolvidos tendo sido atribuída esta área devido à parca movimentação deste material.

5.1.3 Gestão visual no armazém

No que diz respeito à gestão visual seria de extrema importância a marcação da área de cada material, quer PF, quer MP. Assim sendo, a marcação da área de cada PF deveria ser feita de acordo com a proposta efetuada para o armazém de PF, indicando claramente a diferença entre zona de armazenamento de malhas termofixadas, cabo impregnado, tecido impregnado e zona de preparação através da utilização de cores diferentes. As marcas deveriam ser realizadas no solo.

Além disto, no armazém de MP deveriam ser feitas as marcações de Grupo A, B e C, sucata e *scrap*. Dentro de cada grupo, deveriam ainda ser marcadas as linhas de forma que, quando se indicasse o grupo e a linha onde está a MP, o colaborador conseguisse ter perceção do espaço físico onde o material se encontra.

Para além disso optou-se também por sugerir uma aplicação do sistema *Andon*, uma das ferramentas mais utilizadas pelo *Lean Manufacturing*, que se destaca por ser uma forma de gestão visual das ocorrências e resultados dos postos de trabalho que, em norma, se apresenta sobre a forma de quadros, sinalizadores sonoros e/ou visuais. Neste caso, a proposta passaria por um quadro onde estivesse presente uma síntese de toda a informação pertinente para realizar uma boa gestão da equipa logística tal como se encontra representado na Figura 58.



A imagem mostra um quadro de requisições de material (Andon board) com o logótipo da Continental no canto superior direito. O quadro é dividido em cinco colunas: MATERIAL, LOCAL, DESTINO, Hora e Qnt. Abaixo do cabeçalho, há uma grade de 12 linhas e 5 colunas para registo de dados.

MATERIAL	LOCAL	DESTINO	Hora	Qnt

Figura 58 - Quadro *Andon*

Tal como se encontra representado na Figura 58 o quadro teria a informação relativa ao material que é necessário transportar (sucata, *scrap* ou MP a devolver ao armazém (seguida da secção originária do material em causa), MP ou produtos químicos) o local onde se encontra no armazém (a informação apareceria consoante a rotação do material, quer isto dizer, se a MP ou produto químico tivessem sido

considerados como componentes do grupo A e, dentro do grupo A se encontrasse na fila 3 então a origem seria A3; o mesmo se verifica para os restantes grupos; no caso de ser sucata ou *scrap* esta coluna apareceria vazia).

No que diz respeito ao destino apareceria a secção onde o material foi requerido ou onde o material seria armazenado (torcedura, tecelagem, malhas, *Single End*, *Zell* ou armazém), a hora seria escolhida dentro das opções disponíveis no ficheiro e, por fim, apareceria a quantidade que teria ainda a informação da prioridade associada ao transporte podendo esta ser urgente (luz vermelha), média (luz amarela) ou normal (sem luz) tal como se encontra representado na Figura 59.



Figura 59 - Prioridade associada ao transporte

5.2 Redefinição de rotas de abastecimento e distribuição

Tal como já foi referido anteriormente, verifica-se uma acumulação excessiva de MP nos *buffers*. Por forma a corrigir esta situação decidiu-se retificar as rotas de distribuição que existem atualmente e definir um horário mais rígido para cada rota uma vez que, de momento, apenas se sabe que existem rotas de 4 em 4 horas tal como descrito na secção 4.1.1. De seguida é apresentada uma proposta de melhoria para cada rota.

5.2.1 Rota para as Malhas

No que diz respeito à secção das malhas para ser feito o abastecimento de MP e recolha de PF, sucata e *scrap* é possível realizar três percursos distintos tendo em conta que existem três monta-cargas para realizar o transporte entre o piso 0 e o piso -1. Começou-se por analisar o transporte de PF, representando as distâncias percorridas na Figura 60 e na Figura 61. O círculo laranja representa a origem do transporte de PF e o círculo amarelo representa o destino final do PF.

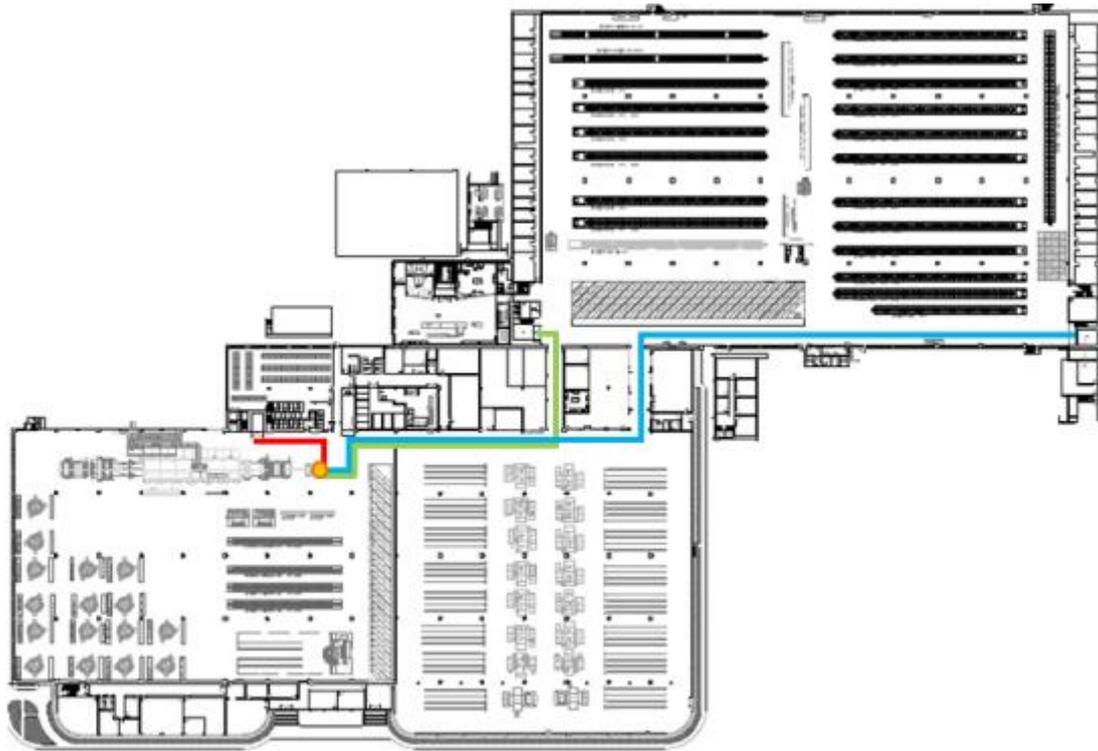


Figura 60 – Alternativa 1 rotas para transporte de malhas termofixadas - Piso 0

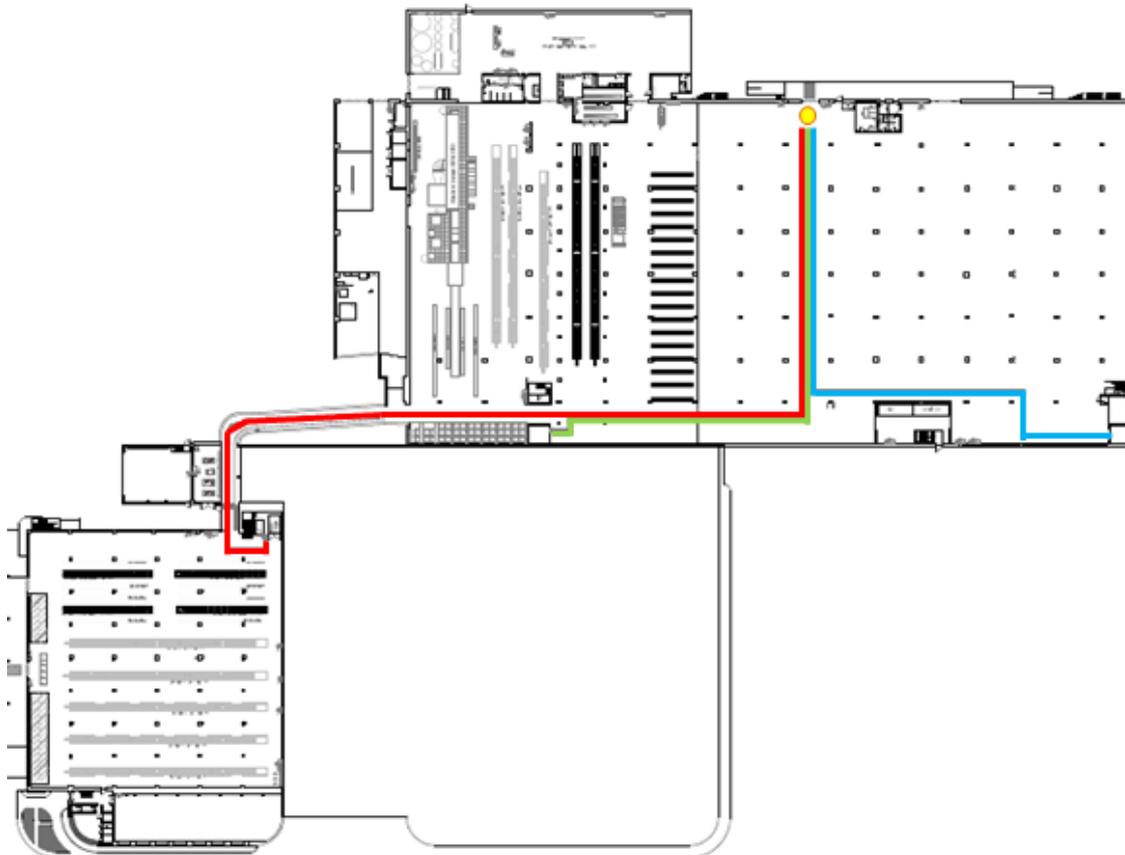


Figura 61 - Opções de rotas para transporte de malhas termofixadas - Piso -1

De seguida, calcularam-se as distâncias percorridas bem como os tempos necessários para efetuar uma viagem com origem na secção das malhas (piso 0) e destino no armazém (piso -1) obtendo os dados que se encontram na Tabela 12.

Tabela 12 - Comparação das alternativas dos percursos para as malhas

	Percurso atual (a azul)	Percurso 1 (a verde)	Percurso 2 (a vermelho)
Distância (m)	255,5	165,3	221,5
Tempo (min)	3,54	2,34	2,22

Após esta primeira análise foi feita uma listagem de vantagens e desvantagens, apresentadas na Tabela 13 para cada percurso com o objetivo de identificar possíveis dificuldades associadas a cada percurso bem como possibilidades de otimização.

Tabela 13 - Vantagens e desvantagens de cada percurso

Percurso	Vantagens	Desvantagens
Percurso atual	- Não há partilha do monta-cargas. - Minimização do fluxo inverso de materiais no monta-cargas.	- Longas distâncias percorridas.
Percurso 1	- Percurso com a distância percorrida mais curta.	- Partilha do monta-cargas com outros transportes. - Acumulação de rolos em frente ao monta-cargas.
Percurso 2	Requer menos tempo.	- Inclinação do túnel o que provoca instabilidade em alguns troços do percurso.

Após a análise da Tabela 13 concluiu-se que a melhor alternativa para a realização da rota das malhas passaria pela adoção do percurso 1 (representado a verde) uma vez que apresenta a distância mais curta e que a desvantagem da partilha do monta-cargas com outros materiais é facilmente resolvida com janelas temporais para utilização do monta-cargas definidas para os diferentes materiais.

No que diz percurso do transporte de MP considerou-se que se deveria manter o mesmo já que a origem da MP se localiza perto do monta-cargas que é utilizado atualmente.

5.2.2 Rota para a torcedura

As principais alterações a esta rota prendem-se com a introdução do transporte de sucata, *scrap* e material a devolver ao armazém. Houve definição dos respetivos *buffers* para cada tipo de produto tendo em conta o espaço disponível e a acessibilidade por parte do empilhador (Figura 62).

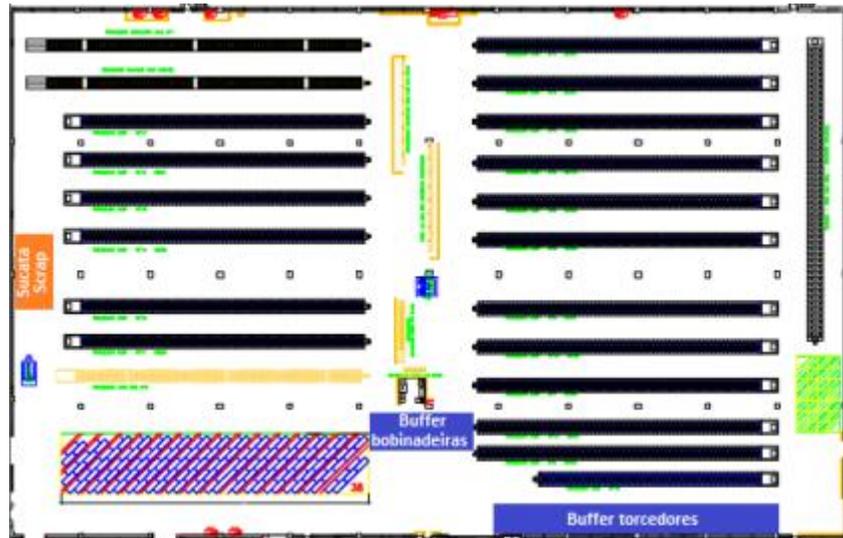


Figura 62 - Buffers torcedura

5.2.3 Rota para a torcedura SA

No que diz respeito à rota da torcedura SA foi introduzido o transporte de sucata e de material a devolver ao armazém (ambos os transportes se efetuam no sentido inverso ao transporte de MP). Os *buffers* encontram-se representados na Figura 63.

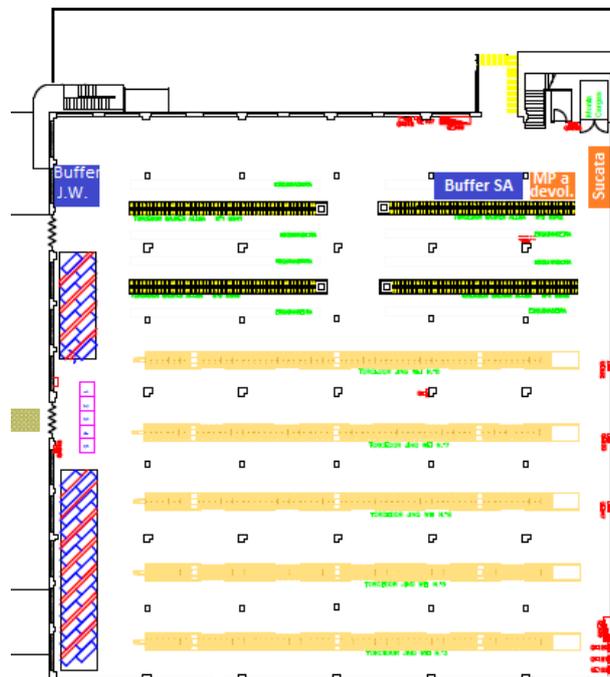


Figura 63 - Buffers torcedura SA

5.2.4 Rota para a tecelagem

Na rota da tecelagem adicionou-se o transporte de *scrap* e de material a devolver ao armazém. Os buffers encontram-se representados na Figura 64.



Figura 64 - Buffers tecelagem

5.2.5 Rota para a Single End

Por sua vez, na rota da Single End houve introdução do transporte de químicos (para tal foi necessário realizar uma pesquisa no sentido de identificar todos os produtos químicos necessários no processo produtivo do cabo impregnado), *scrap*, sucata e ainda material a devolver ao armazém. Houve ainda a definição do local indicado para o depósito dos produtos químicos (Figura 65).

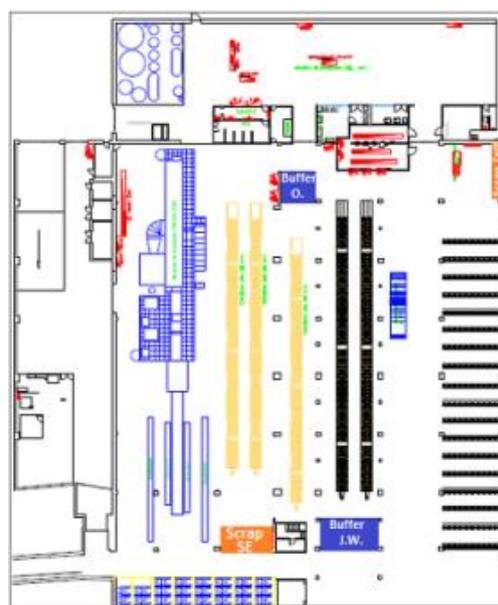


Figura 65 - Buffers Single End

5.2.6 Rota para a Zell

Na rota da zell houve, também, introdução do transporte de produtos químicos (sendo que o local de depósito dos mesmos é partilhado com os produtos químicos da Single End) e do transporte de *scrap* (Figura 66).

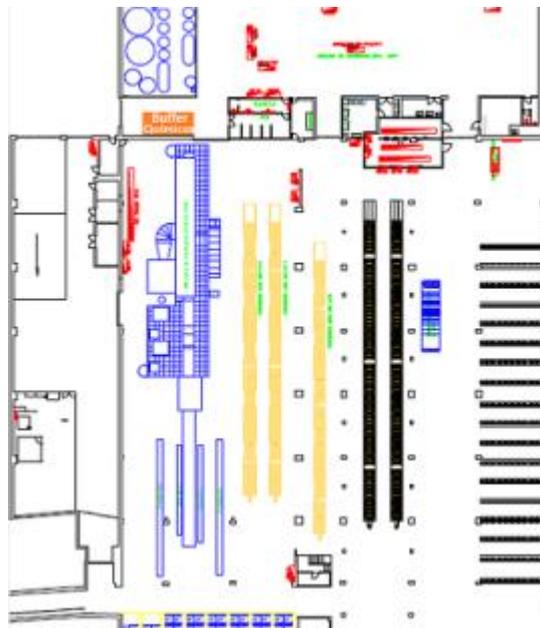


Figura 66 - Buffer Zell

5.2.7 Frequência das rotas

Como ponto de partida fez-se a descrição das atividades necessárias para cada tipo de material para cada rota e, posteriormente procedeu-se à observação e cronometragem das mesmas, calculando-se o tempo necessário para cada uma.

Ao longo deste estudo foram registados os tempos e as demais condições de execução sendo a medição feita com cronómetro. Foram registadas ainda ocorrências irregulares com eventual influência na determinação do tempo necessário para a realização da atividade.

Assim, começou-se por definir cuidadosamente o método de estudo de tempos a utilizar, de seguida explicou-se à gestão e aos colaboradores da empresa o intuito do estudo para que todos os envolvidos no estivessem de acordo com a realização do mesmo. O passo seguinte foi escolher a precisão pretendida para o estudo, sendo, neste caso em concreto, de 95%. Dentro de todos os colaboradores foi selecionado um colaborador da C-ITA que se encontre a trabalhar a tempo inteiro.

Dividiu-se a atividade por elementos (cada parte distinta da atividade ou tarefa compreendendo um ou vários movimentos fundamentais do executante, ou movimentos da máquina ou fases do processo),

sendo que as vantagens desta abordagem passam por permitir distinguir bem o tempo (ou trabalho) produtivo do não produtivo, avaliar a atividade com muita mais precisão do que seria possível analisando o ciclo completo, isolar os elementos com diferentes graus de fadiga ou exigências físicas, controlar os tempos de referência de modo a que se possa, sempre que desejável, determinar rapidamente qualquer omissão ou inserir um novo elemento e, por fim, estabelecer sistemas de dados de referência com possível utilização posterior. Calculou-se ainda o número de vezes máximo, por turno, que cada elemento se repete. No caso da MP foram consultados os registos de requisição, no caso do PF foram consultados os registos de produção. Os restantes valores foram estimados.

Posto isto, procedeu-se ao estudo dos tempos chegando-se aos resultados que se encontram demonstrados no Anexo XIII – Tempos de transporte em cada rota.

Após a análise de todos os dados recolhidos ponderou-se a criação de rotas tendo em conta o cenário de maior capacidade, isto é, definir uma janela temporal que satisfaça o transporte do máximo número de cada material que já foi observado até hoje (assim sendo, o horário da rota seguinte nunca será comprometido e, no caso do colaborador terminar a rota antes do tempo previsto, pode ajudar na descarga dos camiões como faz atualmente).

No entanto, após análise dos dados concluiu-se que essa solução apresenta bastantes limitações pelo que se realizou um simulador para serem testadas várias alternativas de necessidade de transporte para cada secção. A ferramenta construída encontra-se na Figura 67.

		Número de paletes/rolos a transportar					Material a devolver ao armazém
		MP	Químicos	PF	Sucata	Scrap	
Malhas	Buffer Volkmann						
	Buffer teares						
Torcedura	Buffer bobinagem						
	Buffer torcedura						
Torcedura SA							
Tecelagem							
Single End	Buffer ICBT						
	Buffer bobinagem						
Zell							
		Tempo necessário para realização das rotas (min)					
		Malhas	Torcedura	Torceduta SA	Tecelagem	Single End	
Número de viagens com empilhador vazio		0	0	0	0	0	0
Tempo total das rotas (min)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Não preencher							
Observações:							

Figura 67 - Simulador de transporte

Esta ferramenta poderá também ser útil no futuro para a equipa logística realizar uma melhor gestão uma vez que, em cada rota, tendo em conta as necessidades de transporte e o sentido direto (armazém – produção) ou inverso (produção – armazém), indica qual o número de viagens em que o empilhador não se encontra otimizado. Sempre que existe pelo menos uma viagem em que o empilhador vai vazio, a respetiva célula aparece a vermelho. Desta forma, os colaboradores podem facilmente identificar uma necessidade de otimização e ponderar adiar o transporte de algum material para a rota seguinte (se tal não prejudicar em nada a produção ou expedição) de forma a não realizar nenhuma viagem com o empilhador vazio.

A apresenta um cenário possível: requisição de transporte de 8 paletes para o buffer Volkman das malhas, 3 unidades de PF, 1 palete de sucata e uma paleta de *scrap*, o tempo necessário para transportar todas as unidades (garantido que a rota acaba no armazém) são 66,52 minutos e o empilhador não realizará nenhuma viagem vazio.

		Número de paletes/rolos a transportar					Material a devolver ao armazém
		MP	Químicos	PF	Sucata	Scrap	
Malhas	Buffer Volkmann	8		3	1	1	
	Buffer teares						
Torcedura	Buffer bobinagem						
	Buffer torcedura						
Torcedura SA							
Teceragem							
Single End	Buffer ICBT						
	Buffer bobinagem						
Zell							

	Tempo necessário para realização das rotas (min)					
	Malhas	Torcedura	Torceduta SA	Teceragem	Single End	Zell
Número de viagens com empilhador vazio	0	0	0	0	0	0
Tempo total das rotas (min)	66,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	01:06:31	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00

■ Não preencher

Figura 68 - Exemplo 1 do cálculo do tempo de rota

Se, ao invés da situação representada o cenário fosse o representado na Figura 69 o empilhador faria uma viagem vazia na secção da teceragem e outra na secção das malhas pelo que o colaborador poderia optar pelo transporte de sucata ou *scrap* na viagem seguinte ou, no caso de ter outra situação semelhante na secção da teceragem poderia aproveitar a viagem de retorno ao armazém para transportar o material a devolver ao armazém que se encontra na teceragem. O tempo de rota é sempre calculado tendo em conta, também, as viagens vazias pelo que, dependendo da destreza e experiência do colaborador este valor pode ser diminuído.

		Número de paletes/rolos a transportar					
		MP	Químicos	PF	Sucata	Scrap	Material a devolver ao armazém
Malhas	Buffer Volkmann	8		3	1		
	Buffer teares						
Torcedura	Buffer bobinagem						
	Buffer torcedura						
Torcedura SA							
Tecelagem		4					1
Single End	Buffer ICBT						
	Buffer bobinagem						
Zell							

	Tempo necessário para realização das rotas (min)					
	Malhas	Torcedura	Torcedura SA	Tecelagem	Single End	Zell
Número de viagens com empilhador vazio	1	0	0	1	0	0
Tempo total das rotas (min)	61,93	0,00	0,00	19,27	0,00	0,00
	01:01:56	00:00:00	00:00:00	00:19:16	00:00:00	00:00:00

■ Não preencher

Figura 69 - Exemplo 2 do cálculo de tempo de rota

A acoplação de rotas deverá ser sempre feita por pisos, isto é, analisar as viagens com empilhador vazio simultaneamente nas rotas das malhas, tecelagem e torcedura e, posteriormente, as rotas da torcedura SA, Single End e Zell. As MP, os PF e os químicos terão sempre de ser transportados pelo que as trocas de rotas só poderão acontecer na sucata, *scrap* e material a devolver ao armazém (por esta ordem de prioridade de transporte).

Após análise da frequência das rotas concluiu-se que deveria manter-se a existência de rotas de 4 em 4 horas mas especificar o horário para cada rota. A rota considerada mais morosa é a rota das malhas e com auxílio do simulador estimou-se que seria necessária 1 hora e 15 minutos para a concluir. De seguida apareceria a rota da torcedura com 1 hora, posteriormente as rotas da Single End e torcedura SA com 30 minutos cada uma e, por fim, de forma a perfazer as 4 horas seriam dedicados 30 minutos para a rota da Zell que seria efetuada 2 vezes de forma a reduzir a acumulação de rolos e 15 minutos para a rota da tecelagem. A Figura 70 demonstra a nova sequência de rotas.

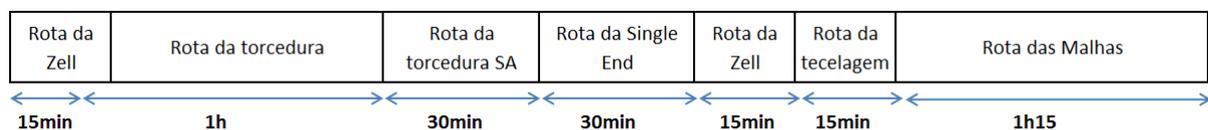


Figura 70 - Janela temporária para as rotas

Assim sendo o cenário alternativo seria o seguinte:

- Rota para a Zell: 0h; 2h15; 4h; 6h15; 8h; 10h15; 12h; 14h15h; 16h; 18h15; 20h; 22h15.
- Rota para a torcedura: 0h15; 4h15; 8h15h; 12h15; 16h15; 20h15.
- Rota para a torcedura SA: 1h15; 5h15; 9h15; 13h15; 17h15; 21h15.
- Rota para a Single End: 1h45; 5h45; 9h45; 13h45; 17h45; 21h45.
- Rota para a tecelagem: 2h30; 6h30; 10h30; 14h30; 18h30; 22h30.

- Rota para as malhas: 2h45; 6h45; 10h45; 14h45 18h45; 22h45.

Por forma a validar que a frequência das rotas é suficiente para recolha de PF e distribuição de MP utilizou-se um ficheiro da C-ITA com os valores médios do consumo de produção (Tabela 14).

Tendo em conta que os valores da (Tabela 14) representam um turno e que, em cada turno, há duas rotas considerou-se que para as rotas serem válidas teria de ser transportado metade dos valores apresentados em cada rota. Note-se que da rota da torcedura fazem parte os valores referentes a ICBT, *Two for One*, *Oerlikon* e *Volkman*, da rota da torcedura SA fazem parte os valores referentes a *Jing Wei* e *Saurer Allma*, da rota da *Single End* fazem parte os valores referentes a *Jing Wei* S.E. e *Oerlikon* S.E. Considerou-se ainda que seria necessário transportar 1 palete de MP para a secção da tecelagem por rota.

Tabela 14 - Consumos da produção e quantidade de produto final por turno

PORTURNO	Total toneladas	Kg	Bobinas	Rolos	Carros	Paletes
Matéria-Prima	14					
ICBT		5187	710			16
Two for One		610	59			2
Oerlikon		1842	31			1
Jing Wei		1109	143			3
Saurer Allma		3535	123			3
Volkman		453	45			1
Jing Wei S.E		490	145			3
Oerlikon S.E		490	159			3
Malhas		332	105			1
Cabo em verde	12					
ICBT		3573	1162		16	
Two for One		586	120		2	
Oerlikon		1825	56		1	
Jing Wei		1089	269		4	
Saurer Allma		3303	677		9	
Volkman		436	55		1	
Jing Wei S.E		474	140		2	
Oerlikon S.E		474	91		1	
Tecido em Verde	15					
Domier		6247		9		
Sulzer		8563		8		
Tecido Impregnado	15					
Zell		15489		20		
Cabo Impregnado	1					
Single End		1422	190			4
Malhas em verde	0					
KLT		332		4		
Malhas final	3					
Râmula		2508		19		

Colocando os valores referidos no simulador obtém-se o seguinte cenário (Figura 71).

	Tempo necessário para realização das rotas (min)					
	Malhas	Torcedura	Torceduta SA	Tecelagem	Single End	Zell
Número de viagens com empilhador vazio	4	5	2	1	1	9
Tempo total das rotas (min)	45,05	49,65	16,72	10,52	24,24	37,34
	00:45:03	00:49:39	00:16:43	00:10:31	00:24:14	00:37:20

Figura 71 - Tempo necessário para as rotas segundo os valores de consumo da produção

As rotas não se encontram otimizadas pois não foram introduzidos os valores de sucata, *scrap* e material a devolver ao armazém. No entanto, verifica-se que o tempo atribuído para cada rota é suficiente.

5.3 Meios e tipos de transporte adequados

Nesta secção são apresentadas propostas de solução para os problemas associados à falta de ligação entre carros de transporte bem como dos problemas associados à forma de transporte das malhas termofixadas e dos rolos de tecido em verde.

5.3.1 Falta de ligação entre carros de transporte entre áreas produtivas

Tendo em conta a frequência do transporte de carros de esquinadeira (em média, 150 carros de esquinadeira cheios por dia e igual quantidade de carros vazios), torna-se necessária a criação de uma alternativa para a ligação entre os carros de transporte. Assim sendo, poder-se-ia reduzir consideravelmente o tempo de transporte.

O elemento de ligação mais indicado seria um carabiner tal como o que se encontra representado na Figura 72. O elemento deveria ser de grandes dimensões de forma a não comprometer o movimento dos carros de esquinadeira nas curvas. Cada uma destas anilhas de ligação tem o preço de 2,02€.



Figura 72 - Elemento de ligação: funcionamento

5.3.2 Estrutura para transporte de malhas

A proposta de melhoria para a problemática associada ao transporte dos rolos de malhas termofixadas passa pela criação de uma estrutura de transporte.

Tendo em conta o equipamento que a C-ITA dispõe para realização dos transportes (empilhador) e as dimensões dos rolos (1,80 metros de comprimento e entre 0,60 metros e 0,75 metros de diâmetro) propõe-se a seguinte estrutura que se apresenta na Figura 73.



Figura 73 - Estrutura para transporte de malhas termofixadas

Esta estrutura poderia transportar 6 rolos pequenos (diâmetro de 0,60 metros) ou 4 rolos grandes (diâmetro de 0,75 metros). Esta estrutura encaixaria nos garfos do empilhador e proporcionaria um transporte mais seguro e de maior quantidade de rolos por viagem. O preço de cada estrutura é 922,5€.

5.3.3 Revisão de procedimentos para transporte adequado de rolos de tecido em verde

No que diz respeito ao transporte de rolos de tecido em verde, o mesmo poderia ser realizado fazendo uso dos carros de mão que já se encontram na C-ITA (Figura 74).



Figura 74 - Carro de mão: transporte de rolos de tecido em verde

Para tal, seria necessário fazer uma revisão de procedimentos já que, atualmente, estes carros são utilizados apenas para o transporte de rolos de tecidos nos últimos dois teares adquiridos pela empresa pois, estes dois teares, não são abrangidos pela área de ação do garibaldi. Assim sendo, os rolos são empurrados por dois colaboradores e colocados no carro (a altura do rolo no tear é a mesma que as laterais do carrinho) e, quando chegam perto da zona do monta-cargas (local onde aguardam transporte para o piso -1), são colocados no chão para realização do embalamento temporário e colocação de etiquetas e, posteriormente, são empurrados para o monta-cargas.

No caso de utilização destes carros para transporte dos rolos seria necessário que houvesse colocação do plástico preto à priori no carro laranja e, só após isto, fosse colocado o rolo de tecido em verde. Desta forma, o rolo poderia ser embalado no momento, não necessitando de ser colocado no chão, nem de ser transportado pelo garibaldi nem de ser empurrado pelos colaboradores.

5.4 Melhoria do ficheiro de requisições

No que diz respeito à otimização do ficheiro de requisição de MP começou-se por identificar quais os aspetos que poderiam ser melhorados. Desta forma, sugere-se a introdução do conceito de prioridade, isto é, para cada pedido seria possível indicar se é urgente receber a MP (prioridade alta) ou se o pedido pode ser tratado de forma ordinária (prioridade normal e prioridade baixa) tal como a Figura 75 sugere.

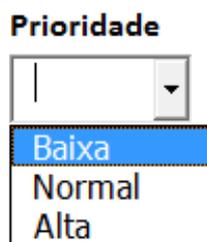


Figura 75 - Prioridade dos pedidos

Verificou-se ainda que devia ser possível realizar a requisição de produtos químicos e especificar o local de entrega (que teria de ser um local próximo das duas máquinas onde se utilizam estes produtos – *Zell e Single End*).

Para otimizar o ficheiro atual de requisição de MP no sentido de o tornar mais completo e de mais fácil uso, sugere-se a introdução de uma nova possibilidade: requisição de produtos químicos.

Por forma a otimizar a utilização do empilhador, minimizando assim as viagens vazias, introduziu-se ainda a possibilidade de informar sobre a necessidade de realização de transportes que representam

as viagens de fluxo inverso às da distribuição de MP em todos os submenus (Torcedura, Torcedura SA, Single End, Malhas, Tecelagem e Químicos), nomeadamente recolha de sucata, *scrap* bem como MP que deve ser devolvida ao armazém - casos em que não foi consumida toda a paleta e posteriormente houve troca de artigo o que faz com que a MP que se encontra em excesso só volte a ser utilizada quando houver troca de artigos novamente. Os *layouts* existentes no ficheiro bem como a localização dos *buffers* de MP encontravam-se também desatualizados pelo que este aspeto deve ser melhorado. A Figura 76 apresenta as alterações sugeridas no menu inicial.

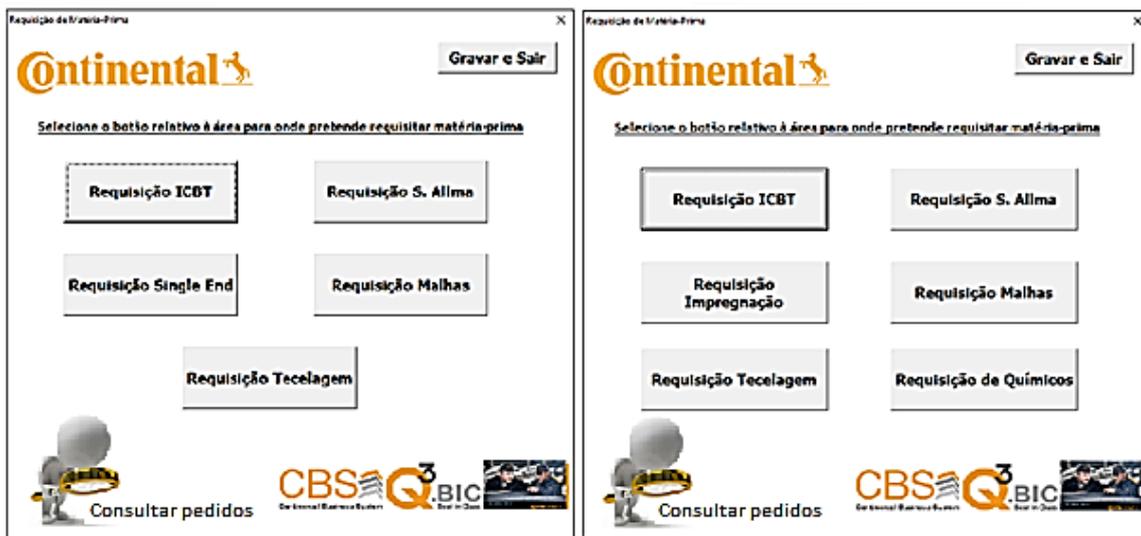


Figura 76 - Menu inicial ante e depois da introdução da proposta de melhoria do ficheiro

No caso de se seleccionar o botão correspondente à requisição de MP para os ICBT (secção da torcedura) surge a possibilidade de escolher o artigo (consoante a escolha do artigo é indicada a MP necessária à produção do mesmo). De seguida deve escolher-se qual o local de entrega (que foi atualizado tendo em conta as alterações no *layout* da torcedura). Posteriormente pode indicar-se a rota em que se pretende receber a MP, a quantidade de paletes bem como a prioridade de cada pedido (Figura 77).

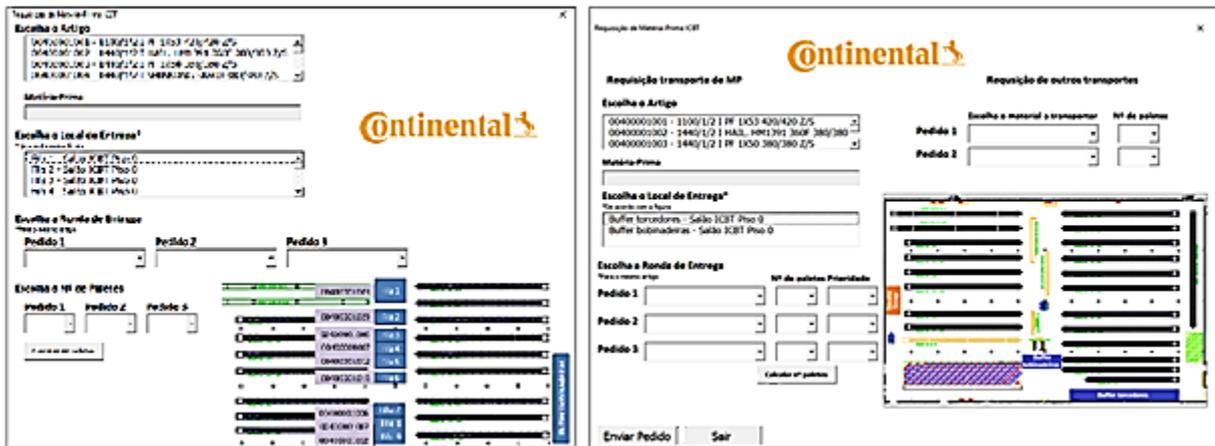


Figura 77 - Submenu ICBT

Foi adicionada ainda a possibilidade de requerer o transporte de sucata, *scrap* ou MP que deve ser devolvida ao armazém. No *layout* que aparece no ficheiro foram também adicionados os locais de depósito de *scrap*, sucata e de material a devolver ao armazém. Esta funcionalidade permite também que haja um registo da quantidade de sucata e *scrap* recolhida em cada rota já que os registos existentes de momento são parcos.

Se, por sua vez, o botão selecionado for o correspondente à requisição de MP para a área de impregnação aparecerá um conjunto de opções análogo ao já descrito. No que diz respeito à requisição de transportes apenas se encontra disponível a opção de recolha de sucata e *scrap* já que não se verifica a existência de situações de necessidade de transporte de MP para o armazém.

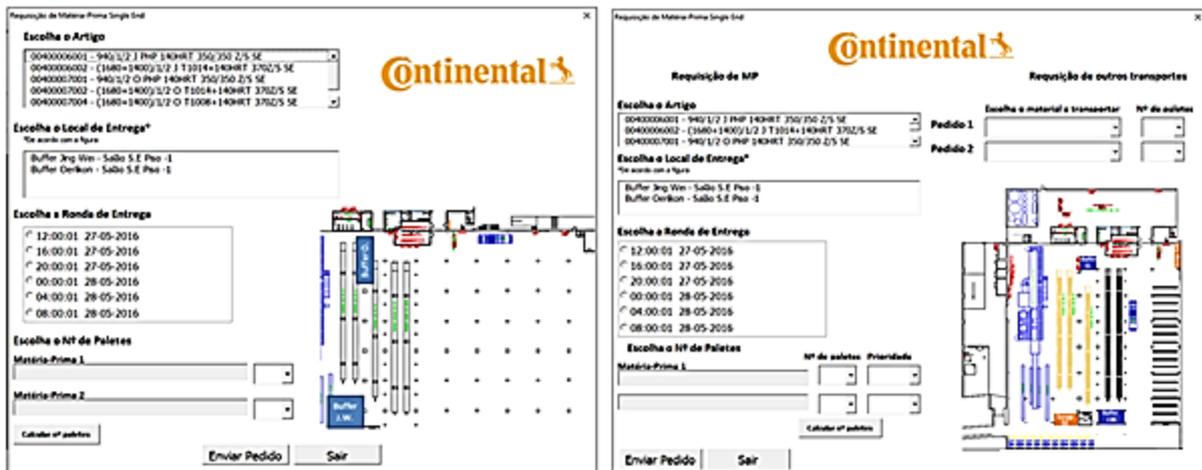


Figura 78 – Comparação: Submenu Single End

Selecionando o botão que corresponde à tecelagem surgirá a possibilidade de requisitar o transporte de MP, sucata ou *scrap*. Foram, também, atualizados os *buffers* e o *layout*.

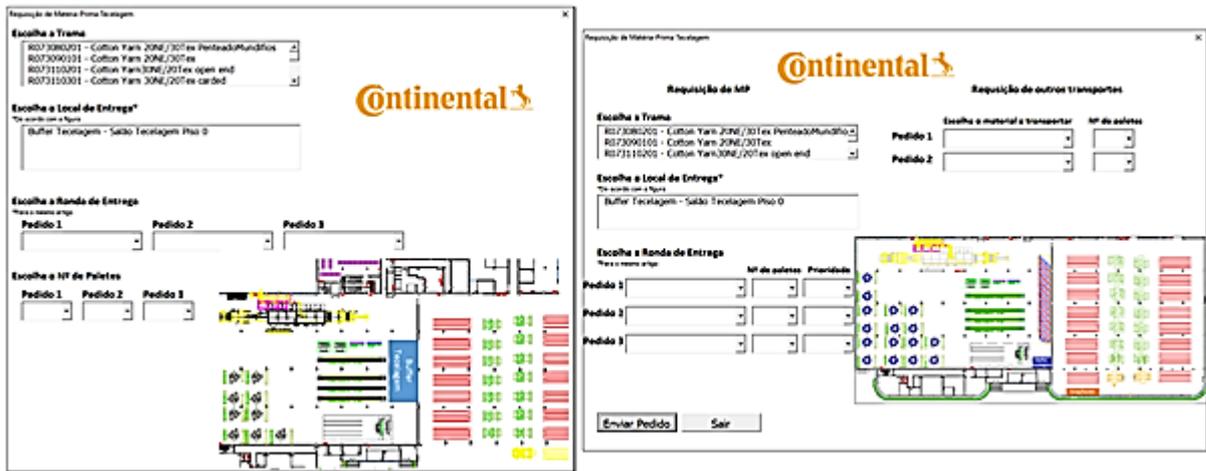


Figura 79 – Comparação: submenu tecelagem

No caso de se seleccionar a opção de requisição no Saurer Allma dispõe-se da possibilidade de requerer MP, sucata, *scrap* e também MP a devolver ao armazém.

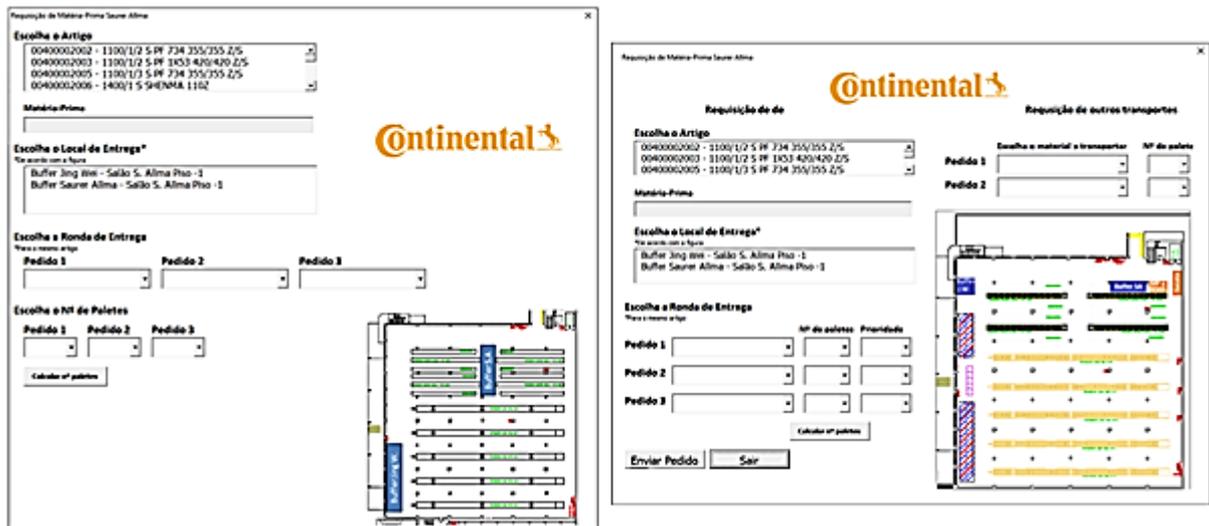


Figura 80 – Comparação: submenu Saurer Allma

No caso de se pretender requisitar transportes para a secção das malhas há possibilidade de o material em causa ser MP, *scrap* (da tricotagem e da ramulagem) e sucata.

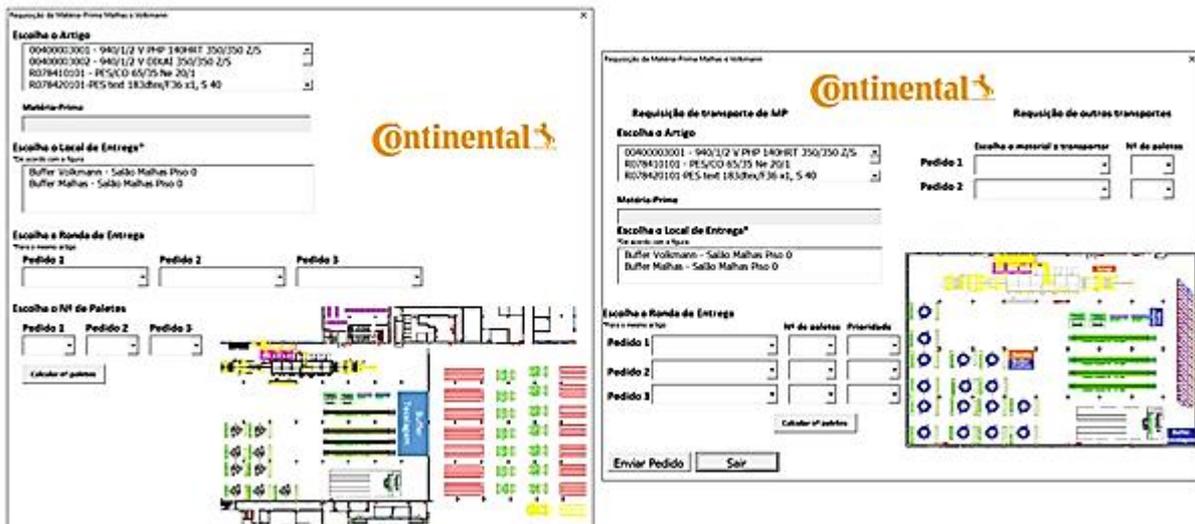


Figura 81 - Comparação: submenu Malhas

Por fim, e no caso de ser necessária a requisição de produtos químicos foi criado um submenu onde permite escolher o químico desejado dentro do leque de que a C-ITA dispõe, a quantidade bem como a prioridade e horário desejado de entrega.

Foi também indicado um *buffer* onde devem ser colocados os produtos químicos. Para definir este local teve-se em conta a proximidade a ambas as máquinas (Zell e Single End).

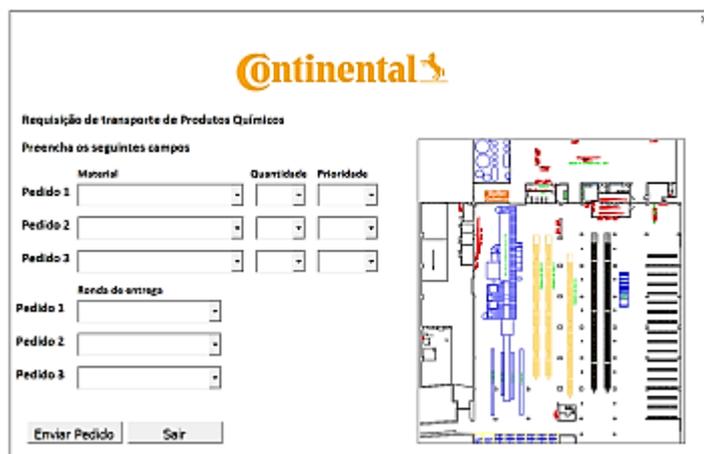


Figura 82 - Submenu Químicos

Outra das modificações sugeridas prende-se com o output que resulta do ficheiro de requisições. As principais alterações são a introdução da coluna “prioridade” e remoção da coluna “artigo” uma vez que é informação que não acrescenta valor para a equipa logística.

Inicialmente o ficheiro a que a requisição de MP dá origem apresenta-se na Figura 83.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Hora de Entrega	Matéria-Prima	Artigo	Local de Entrega	Nº Paletes Requisitadas	NOW	Entregues	Dia	Mês	Hora
1										
2										
3										
4										
5										

Figura 83 - Folha de requisições atual

Com as alterações propostas na referida folha surge o resultado que se apresenta na Figura 84.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Hora de Entrega	Matéria-Prima / Químico a entregar	Prioridade	Local de Entrega	Quantidade Requisitada	NOW	Entregues	Dia	Mês	Hora
1										
2										
3										
4										
5										

Figura 84 - Proposta - Folha de requisições

5.5 Definição da Equipa de logística Interna

Para além das atividades atualmente imputadas à equipa de logística interna descritas na secção 4.2, decidiu-se que deveria ainda ser imputada à equipa de logística interna as operações de transporte de produto intermédio entre áreas produtivas.

Estas operações englobam o transporte de carros de esquinadeira cheios desde as albufeiras até à secção da tecelagem e sua devolução (vazios) desde a secção da tecelagem até à respetiva albufeira e, também, o transporte de rolos de tecido em verde desde a secção da tecelagem até à zona de stock intermédio (no piso -1). Para auxiliar a gestão do *stock* intermédio do piso -1 sugere-se ainda a criação de um ficheiro onde seja introduzida a informação de quais os rolos que se encontram em cada fila bem como a data de colocação do rolo naquela área. Para a realização desta alteração seria necessária a contratação de mais um colaborador em cada turno (das 6h até às 14h, das 14h às 22h e das 22h às 6h).

Em média, são feitas duas trocas de carga por turno (na tecelagem) operação essa que envolve a devolução dos carros de esquinadeira vazios e o transporte de carros de esquinadeira cheios, podendo a origem dos carros de esquinadeira ser qualquer uma das albufeiras (tal como o destino dos carros vazios).

Pode ainda considerar-se que a cada 4 horas sai, em média, um rolo por tear. Este valor é muito variável já que podem ser produzidos rolos duplos ou triplos, isto é, rolos de maiores dimensões que contém, respetivamente, o dobro ou o triplo da metragem que seria normal.

A Tabela 15 apresenta as tarefas que seriam imputadas ao novo colaborador. Note-se que durante um turno há, em média, duas mudanças de carga na tecelagem pelo que o colaborador só irá buscar carros de esquinadeira cheios, no máximo, a duas das origens descritas – o mesmo acontece com os carros de esquinadeira vazios. Assim sendo, o colaborador fará, em média, duas viagens com origem numa das quatro albufeiras e destino na tecelagem e duas viagens com origem na tecelagem e destino numa das quatro albufeiras.

Tabela 15 - Especificação das tarefas do novo colaborador

Material	Origem	Destino	Viagem (min)	Nº Max de vezes/turno	Viagens (min)/turno	Viagens (h)/turno
Carros de esquinadeira cheios (1 viagem corresponde a 5 carros)	Albufeira torcedura	Tecelagem	11,61	10	116,11	1,94
	Albufeira torcedura (verdol)	Tecelagem	13,54	10	135,36	2,26
	Albufeira Malhas	Tecelagem	10,27	10	102,69	1,71
	Albufeira S.A.	Tecelagem	15,04	10	150,36	2,51
Carros de esquinadeira vazios (1 viagem corresponde a 5 carros)	Tecelagem	Albufeira torcedura	11,61	10	116,11	1,94
	Tecelagem	Albufeira torcedura (verdol)	13,54	10	135,36	2,26
	Tecelagem	Albufeira Malhas	10,27	10	102,69	1,71
	Tecelagem	Albufeira S.A.	15,04	10	150,36	2,51
Rolos de tecido em verde (cada)	Tecelagem	Zona de armazenamento intermédio (piso-1)	16,49	20	329,80	5,50

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Ao longo deste capítulo são apresentados os resultados referentes às propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior. Destas propostas apenas a proposta de otimização dos ficheiros informáticos foi implementada. Todas as outras não foram ainda implementadas e portanto apenas resultados esperados se apresentam usando algumas estimativas.

6.1 Melhor e mais rápido registo na requisição de MP

Os resultados expectáveis da implementação das alterações propostas na secção 5.4 prendem-se com a melhoria na ordem de entrega das MP e produtos químicos pois seria conhecida a prioridade associada a qualquer artigo. Para além disso, o transporte de produtos químicos seria mais organizado e começaria a ser conhecida a frequência de necessidade de transporte de cada produto químico utilizado nas máquinas de impregnação *Single End* e *Zell* e, também, a possibilidade de entregar a quantidade certa, na altura adequada.

A informação sobre necessidade de transporte de sucata e *scrap* permitira também a obtenção de um registo atualizado da quantidade destes materiais provenientes de cada secção e a possibilidade de decidir qual a rota mais oportuna para recolha dos mesmos.

Os benefícios da pequena alteração no output prendem-se com a obtenção de uma informação mais clara e sintética, deixando de aparecer a coluna referente ao artigo que vai ser produzido e indicando a prioridade associada ao transporte do material em questão.

6.2 Melhoria das rotas e dos locais de armazenamento

Optou-se por apresentar e analisar conjuntamente os resultados da melhoria das rotas e dos locais de armazenamento uma vez que as rotas foram definidas tendo em conta a proposta de redefinição dos locais de armazenamento de MP, PF, *scrap* e sucata. Com a melhoria das rotas e a rápida identificação dos locais de armazenamento conseguem reduzir-se as esperas e as paragens devidas à falta de abastecimento. Por outro lado, com as melhorias das condições ergonómicas de trabalho e da aquisição de estruturas adequadas para o transporte de produtos intermédios a quantidade de WIP tende a ser reduzida.

6.2.1 Identificação mais rápida das áreas de Matéria-prima e Produto Final

Aa implementação de gestão visual (nomeadamente a introdução do quadro Andon e a marcação das linhas) bem como a reorganização das MP no armazém consoante a sua utilização beneficiariam o tempo de execução de todas as rotas.

Por outro lado, no que diz respeito ao produto final, analisando os dados referentes ao tecido impregnado armazenado entre a semana 33 de 2015 até à semana 7 de 2016 (o mesmo intervalo temporal que foi utilizado para fazer a análise do espaço anteriormente) que está presente na Figura 85 pode concluir-se que a redução proposta de espaço não perturbará o funcionamento normal uma vez que, até nos picos de produção, a área de 990m² satisfaz as necessidades de armazenamento.

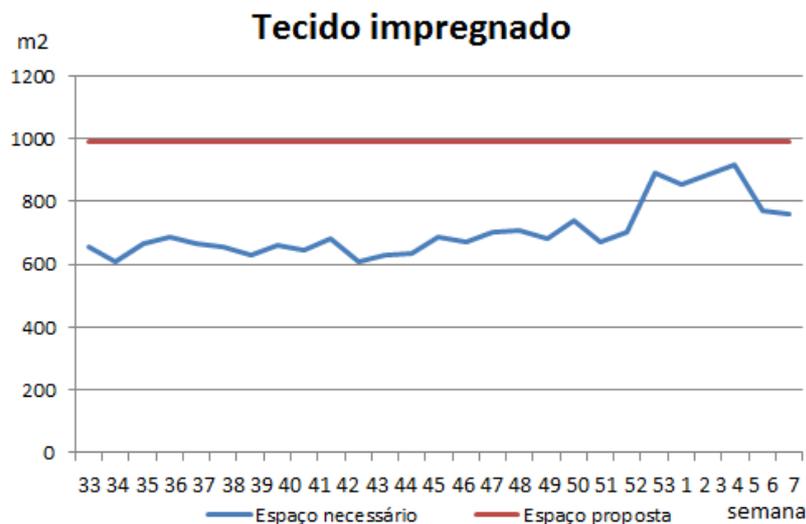


Figura 85 - Espaço de armazenamento de tecido impregnado - Proposta

No que diz respeito às malhas termofixadas armazenadas entre a semana 33 de 2015 até à semana 7 de 2016 que está presente na Figura 86 indicam que, com o aumento do espaço sugerido no capítulo anterior deixam de existir situações em que o espaço de armazenamento é insuficiente.

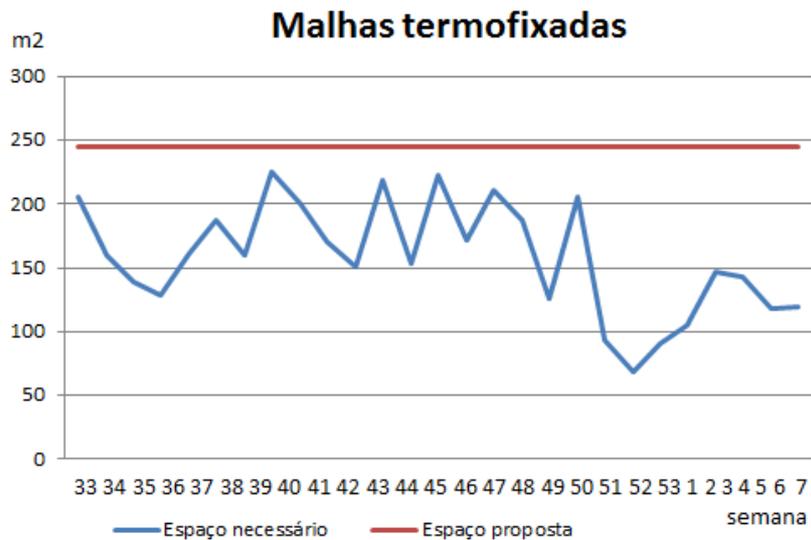


Figura 86 - Espaço de armazenamento de malhas termofixadas – Proposta

Ulteriormente, e com a mesma janela temporal, analisou-se o resultado da proposta de armazenamento para cabo impregnado. O gráfico encontra-se na Figura 87.

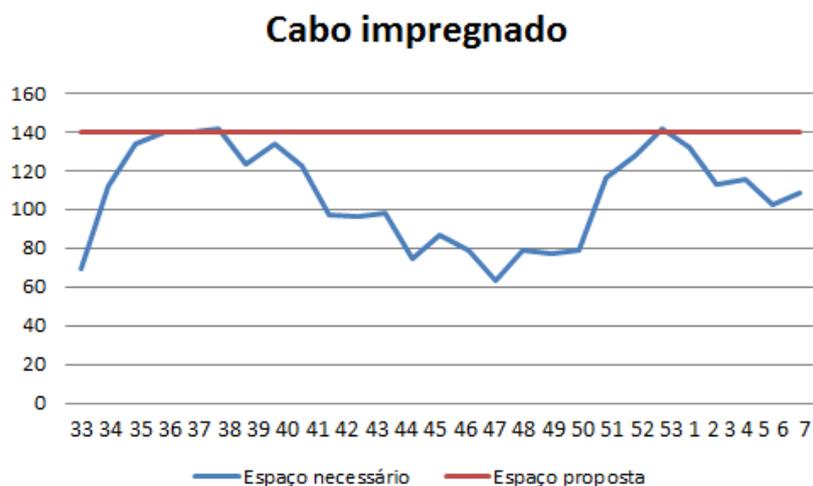


Figura 87 - Espaço de armazenamento de cabo impregnado – Proposta

Neste caso, existem ainda uns picos no que respeita ao espaço de armazenamento, no entanto decidiu-se que não seria necessário aumentar o espaço da proposta já que o espaço de armazenamento necessário é muito instável e em 96% das semanas o espaço definido no capítulo anterior é suficiente.

Por sua vez, os rolos devolvidos foram realocados para uma zona de acesso mais limitado uma vez que são produtos pouco movimentados, libertando assim a área onde se encontravam inicialmente para armazenamento de cabo impregnado uma vez que representa uma rotatividade bastante superior.

A Tabela 16 apresenta as diferenças entre a situação atual e a proposta no que diz respeito às distâncias percorridas por viagem e ao espaço de armazenamento. Houve minimização das distâncias

totais percorridas para armazenamento e expedição de todos os artigos sendo o cabo impregnado o artigo que reduziu as distancias percorridas (31%). Já no que diz respeito ao espaço de armazenamento, a área de armazenamento do tecido impregnado foi reduzida em detrimento das áreas destinadas ao armazenamento de cabo impregnado e de malhas termofixadas, as quais foram aumentadas.

Tabela 16 - Síntese das alterações propostas

		Distância percorrida para armazenar	Distância percorrida para expedir	Total de movimentações no armazém (m)	Minimização das distâncias	Espaço de armazenamento (m2)	Aumento do espaço de armazenamento
Malhas termofixadas	Atual	107,35	16,05	123,40	↓ 1,80%	218,09	↑ 11,40%
	Proposta	71,37	49,80	121,17		245,15	
Cabo impregnado	Atual	32,92	84,06	116,98	↓ 30,86%	126,65	↑ 9,71%
	Proposta	21,22	59,67	80,88		140,27	
Tecido impregnado	Atual	65,23	53,72	118,95	↓ 6,37%	1089,27	↓ -9,98%
	Proposta	58,37	52,99	111,37		990,42	

6.2.2 Redução do número de viagens realizadas para armazenar malhas termofixadas

Para além da vantagem ergonómica e de segurança que se irão refletir na saúde dos colaboradores associadas à utilização de uma estrutura de transporte e carregamento de malhas termofixadas a redução do número de viagens é também muito significativa. Tal redução pode ser observada na Tabela 17.

Tabela 17 - Minimização do número de viagens

	Semana																											
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	2	3	4	5	6	7	
Nº rolos de malhas	456	355	310	286	358	416	355	500	446	377	336	485	340	494	382	469	417	279	458	208	152	201	232	326	318	263	264	
Nº viagens atual	228	178	155	143	179	208	178	250	223	189	168	243	170	247	191	235	209	140	229	104	76	101	116	163	159	132	132	
Nº viagens com estrutura (transporte de 4 rolos)	114	89	78	72	90	104	89	125	112	94	84	121	85	124	96	117	104	70	115	52	38	50	58	82	80	66	66	
Nº viagens com estrutura (transporte de 6 rolos)	76	59	52	48	60	69	59	83	74	63	56	81	57	82	64	78	70	47	76	35	25	34	39	54	53	44	44	
Minimização	Redução de viagens entre 50% e 67%																											

A variação entre 50% e 67% deve-se ao tamanho dos rolos. Se os rolos a transportar forem pequenos então a estrutura pode levar 6 rolos por viagem, caso contrário apenas 4 rolos. Como não há alteração do tamanho dos rolos produzidos ao longo do turno pode apenas afirmar-se que a redução do número de viagens se situa entre 50% (a pior das hipóteses) e 67% (a melhor das hipóteses).

6.2.3 Melhoria das condições ergonómicas do transporte de rolos de tecido em verde

No que diz respeito ao transporte de rolos de tecido em verde, a proposta sugerida apresenta, como principal vantagem, a melhoria das condições ergonómicas desta atividade. Utilizando o carro de transporte sugerido, os colaboradores não necessitariam de realizar tarefas como empurrar o rolo (para o embalar) no piso 0 uma vez que o material próprio para o embalamento já estaria pré-preparado no carro, empurrar o rolo para o elevador no piso 0 e retirar o rolo do elevador e coloca-lo no elevador no piso -1.

Desta forma, o embalamento e transporte seriam muito mais rápidos, com menos limitações ergonómicas e poderiam ser realizados por apenas um colaborador.

6.2.4 Redução do tempo gasto para ligar os carros de esquinadeira

A Tabela 18 apresenta uma comparação entre o tempo gasto com o método atual (atar/desatar uma corda) e com o método sugerido no capítulo anterior (colocar/remover elemento de ligação) no que diz respeito à ligação entre dois carros de esquinadeira. A primeira linha diz respeito à ligação de dois carros de esquinadeira, a segunda linha diz respeito à ligação de 5 (sendo esta a quantidade máxima transportada entre secções) e a terceira linha diz respeito às ligações necessárias para uma mudança de tear (que corresponde, normalmente, ao transporte de 25 carros de esquinadeira). De seguida surge o total por turno (em média são realizadas duas mudanças de tear por turno) e por dia (somatório dos três turnos). Os tempos do elemento de ligação foram estimados.

Tabela 18 - Ligação entre carros de esquinadeira

	Atar uma corda (s)	Desatar uma corda (s)	Total 1 (s)	Colocar elemento de ligação (s)	Remover elemento de ligação (s)	Total 2 (s)
Ligar 2 carros (s)	36,45	3,1	39,55	5	4	9
Ligar 5 carros (s)	145,8	12,4	158,2	20	16	36
Mudança de tear (s)	729	62	791	100	80	180
Média por turno (s)	1458	124	1582	200	160	360
Média por dia (s)	4374	372	4746	600	480	1080

Isto significa que, ao final de um dia de trabalho, passaríamos de 79,1 minutos gastos para 18 minutos com a tarefa de atar/desatar, isto é, uma redução de 77%.

6.3 Redução do tempo de transporte de produto final

Por forma a justificar a necessidade de contratação de um novo colaborador bem como calcular a percentagem de tempo produtivo ganho com o acréscimo de uma pessoa na equipa logística foi

realizado um estudo onde se apresenta o tempo gasto pelos operários da produção no transporte de produto final (atividade que foi incluída nas rotas) por turno. Este estudo conta com os registos da produção diária desde 1 de Fevereiro de 2016 até 30 de Novembro de 2016 e está representado na Figura 88.



Figura 88 - Tempo de transporte de PF

Tal como se pode visualizar no gráfico acima, há muita variedade no que diz respeito ao tempo de transporte por turno, no entanto, a grande maioria dos turnos varia entre 1 hora e 3 horas.

Foram analisadas individualmente as secções originárias de produto final pode afirmar-se que as malhas termofixadas são o produto que requer mais tempo para ser transportado oscilando este valor entre 7,26 minutos (turno onde só há registo de produção de uma unidade) e 137,94 minutos (turno em que há registo de produção de 38 unidades) sendo o valor médio de 67,06 minutos.

Por sua vez, no transporte de tecido impregnado os valores situam-se entre 3,28 minutos (turno onde apenas houve produção de uma unidade devido a paragem anterior da máquina para limpeza) e 78,72 minutos sendo o valor médio de 56,51 minutos.

Por último, o cabo impregnado regista valores mínimos de 5,08 minutos e máximos de 71,12 minutos sendo o valor médio 22,32 minutos.

Posto isto, procedeu-se ao cálculo da perda de produtividade associada às secções da Zell e Single End (a perda de produtividade da secção das malhas não será calculada uma vez que não são os colaboradores da secção que realizam o transporte do produto final).

Tabela 19 - Perda de produtividade associada ao transporte de PF

Secção	Tempo efetivo de transporte (min)	Tempo de deslocação do colaborador (min)	Total de tempo (min)	Produtividade perdida pelo colaborador que realiza o transporte
Zell	56,51	16,6	73,11	$\frac{73,11}{7,5 \times 60} = 0,16 = 16\%$
Single End	22,32	3,14	25,46	$\frac{25,46}{7,5 \times 60} = 0,06 = 6\%$

Desta forma, pode afirmar-se que alocando estas atividades à equipa logística, ganhar-se-ia uma produtividade de 22% no colaborador que realiza o transporte.

Por sua vez, o tempo de transporte de produtos intermédios, nomeadamente cabo em verde e rolo de tecido em verde, apresentam uma média de transporte de 50 carros de esquinadeira, por turno, das albufeiras para a tecelagem e posterior devolução de carros vazios e uma média de 32 rolos de tecido em verde por turno. Os valores associados à perda de produtividade relativa ao transporte de produtos intermédios são apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20 - Perda de produtividade associada ao transporte de produtos intermédios

Material a Transportar	Tempo efetivo de transporte (inclui tempo de deslocação) (min)	Total de tempo (min)	Produtividade perdida pelo colaborador que realiza o transporte
Rolos de tecido em verde	$20 \times 16,49 = 329,8$	329,8	$\frac{329,8}{7,5 \times 60} = 0,733 = 73,3\%$
Carros de esquinadeira cheios	$5 \times 11,61 = 58,05$	58,05	$\frac{58,05}{7,5 \times 60} = 0,129 = 12,9\%$
Carros de esquinadeira vazios	$5 \times 11,61 = 58,05$	58,05	$\frac{58,05}{7,5 \times 60} = 0,129 = 12,9\%$

Para o cálculo desta tabela utilizou-se o máximo de unidades transportadas por turno (25 carros de esquinadeira vazios (que correspondem a 5 viagens visto que, em cada viagem, é possível transportar 5 carros), 25 carros de esquinadeira cheios (igualmente 5 viagens) e 20 rolos de tecido em verde).

Tal como justificado pelos cálculos acima realizados para realizar o transporte de produtos intermédios entre as áreas produtivas da tecelagem e impregnação são perdidos 445,9 minutos ($329,8 + 58,05 + 58,05$). Sendo que um colaborador opera 8 horas por turno, das quais 30 minutos são reservados para alimentação, o tempo produtivo resume-se a 7,5 horas o que se traduz em 450 minutos.

Assim sendo, justifica-se a contratação de um novo colaborador para a equipa logística ficando este responsável pelo transporte de cabo em verde (incluindo o transporte dos carros de esquinadeira vazios) e rolos de tecido em verde pois a percentagem de ocupação do novo colaborador ronda os 99% ($\frac{445,9}{450} = 0,99$).

Desta forma, os colaboradores que atualmente realizam o transporte ficam assim disponíveis para aumentar a produtividade das secções onde se encontram (tecelagem e Zell).

7 CONCLUSÃO

Ao longo deste capítulo são apresentadas as conclusões relativas ao desenvolvimento da presente dissertação de mestrado e são, também, apresentadas algumas propostas de trabalhos futuros.

7.1 Conclusões

A presente dissertação de mestrado teve como principais objetivos a redução de esperas de materiais, nomeadamente WIP e produto final (obtida através da definição da equipa de logística interna, redefinição das rotas de entrega de MP, definição das rotas de recolha de sucata, *scrap* e produtos finais), a redução de WIP (alcançada através da responsabilização de um colaborador pelo transporte de produtos intermédios), a redução de paragens por falta de abastecimento (note-se que não se verificaram paragens devidas a esta causa; a redefinição das rotas assegura que tais paragens não acontecerão no futuro) e a redução de desperdícios (as melhorias propostas permitem reduzir os desperdícios a nível de inventário, movimentações, transportes e esperas).

No que diz respeito à questão de investigação “Qual a importância da implementação de *Lean logistics* no abastecimento de MP”, pode concluir-se que a aplicação de ferramentas lean na logística interna é de extrema importância para conseguir a melhoria dos processos. Ferramentas como o VSM e o diagrama de Ishikawa foram fundamentais para identificar problemas, neste caso, relacionados com a logística interna. É, assim, conciliando a busca pela melhoria contínua e a eficiência, tendo como principal objetivo o correto fornecimentos dos materiais ou produtos, na quantidade, tempo e qualidade exigidos, e pela redução ou eliminação de desperdícios no processo logístico que surge a conjugação de Lean com logística e cadeia de abastecimento, originando-se a Lean Logistics.

Tendo em conta o sistema produtivo da C-ITA e respetivo layout, torna-se fulcral a realização de transportes eficientes de materiais para consequentes elevados níveis de produtividade. A C-ITA aumentaria a sua produtividade (em particular nas secções produtivas da tecelagem e da impregnação) caso criasse uma equipa de logística interna que se responsabilizasse por todos os transportes necessários, nomeadamente, abastecimento de MP (às secções da torcedura, Single End, Malhas e tecelagem), transporte de produtos intermédios (cabo em verde e tecido em verde) e produtos finais (cabo impregnado, tecido impregnado e malhas termofixadas) uma vez que os colaboradores das referidas áreas produtivas não teriam de abandonar os respetivos postos de trabalho para realizar tarefas de transporte minimizando assim as movimentações, os transportes e as esperas.

A estrutura de transporte de malhas termofixadas sugerida, na qual a empresa demonstrou interesse e iniciou a produção do protótipo da mesma com base na proposta sugerida, apresentaria um aumento significativo da eficiência do transporte de malhas termofixadas, nomeadamente uma redução de viagens que se situa entre os 50% e os 67%. Por outro lado, a metodologia sugerida para realização do transporte de tecido em verde para além de tornar o transporte mais eficiente, reduzindo a mão-de-obra necessária (o número de pessoas necessárias para a realização do transporte passaria de 2 para 1) apresentaria também uma melhoria significativa das condições ergonómicas dos colaboradores que realizam estas atividades.

Por outro lado, a aquisição de elementos de ligação entre carros de esquinadeira também teria um peso significativo no tempo dispendido em transportes, reduzindo em 23% o tempo necessário para acoplamento dos carros de esquinadeira. Com estas alterações reduzir-se-ia a quantidade de WIP e o tempo de espera que os produtos intermédios enfrentam antes do seu transporte. Para além disso, a equipa de logística interna deveria também ser responsável pelas tarefas de receção e expedição de mercadorias. A criação de uma área de preparação de cargas e de uma área de descarga beneficiariam a gestão da equipa uma vez que deixariam de existir picos de necessidade de mão-de-obra no armazém.

Relativamente às rotas de distribuição de MP pode concluir-se que, na sua maioria são eficientes pois não foram verificadas paragens por falta de abastecimento, mas podem ser otimizadas tal como sugerido ao longo do projeto. A utilização do ficheiro otimizado de requisições de transporte bem como da ferramenta de auxílio no cálculo do número de rotas necessárias (e número de rotas não otimizadas) ajudaria também a C-ITA quer no aumento da sua eficiência quer na caminhada rumo à melhoria contínua que cada vez mais é ambicionada pelas empresas. Para além disso, a otimização das rotas permitiria ainda a redução da quantidade de MP nos buffers.

O armazém de MP, após reorganização dos materiais por rotatividade, proporcionaria uma mais rápida e fácil recolha de MP para distribuição nas rotas para além de que minimizaria também as distâncias e por conseguinte as esperas. O armazém de produto acabado beneficiaria também caso a reorganização proposta fosse implementada, melhorar-se-ia a atribuição de espaço dedicado a cada tipo de produto (aumentando o espaço dedicado às malhas termofixadas em 11% e o espaço dedicado ao cabo impregnado em 10% e reduzindo o espaço dedicado ao tecido impregnado em 10%) ao mesmo tempo em que se reduziam as distâncias percorridas e as desorganizações evidentes aquando da existência de picos de produção. As movimentações e os transportes seriam, uma vez mais,

reduzidos em 2% no caso das malhas termofixadas, 31% no caso do cabo impregnado e 6% no tecido impregnado.

Por último, mas não menos importante, a implementação das propostas de gestão visual seriam uma mais-valia para otimizar todas as propostas sugeridas ao longo deste trabalho e um grande contributo para a redução de desperdícios.

7.2 Trabalho futuro

O processo de melhoria é contínuo pelo que, se as empresas pretendem liderar o mercado precisam de se atualizar a cada instante. Como trabalho futuro para além da implementação das propostas sugeridas ao longo da presente dissertação, sugere-se a implementação de um sistema de picking para facilitar a identificação do material e a atualizar a localização de cada material após transporte de forma a existir a, cada instante, uma listagem da quantidade e localização de MP, PF, produto intermédio, *scrap* e sucata.

Idealmente, com o intuito de minimizar os tempos de transporte, deveria ser implementado um Mizusumashi mas, para tal, seria necessário realizar obras visto o layout da C-ITA atual não permitir. Sugere-se assim a criação de uma passagem exterior com origem no armazém e destino no salão de torcedura. A estrutura sugerida para transporte de malhas termofixadas apresenta a possibilidade de acoplamento de rodas de forma a poder fazer parte do comboio logístico no caso de, futuramente, esta ideia vir a ser apresentada.

Por forma a melhorar o fornecimento de materiais à tecelagem, visto ser uma secção crítica, propõe-se a criação de um quadro alusivo à secção da tecelagem (com os 16 teares representados) onde fosse facilmente perceptível a existência de necessidade de transporte de cabo impregnado e também o tear específico que apresenta tal necessidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, J. (2015). *Melhoria e normalização de ferramentas de apoio à produção aplicando ferramentas Lean*. Dissertação de mestrado MIEGI na empresa Continental ITA, Universidade do Minho, Portugal.
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of high impact lean production tools in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2072–2080. <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.450>
- Azian, N., Rahman, A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). ScienceDirect Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), 174–180. [http://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00232-3](http://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3)
- Bartholdi, J. J. & Hackman, S. T. (2014). *Warehouse and distribution science*. (The Supply Chain and Logistics Institute, Ed.) (1st ed.). Atlanta. Retrieved from <http://www2.isye.gatech.edu/~jjb/wh/book/editions/wh-sci-0.96.pdf>
- Baudin, M. (2004). *Lean Logistics: The nuts and bolts of delivering materials and goods*. (Productivity Press, Ed.). New York.
- Bittencourt, W., Alves, A., & Arezes, P. (2011). Revisão Bibliográfica Sobre a Sinergia Entre Lean Production e Ergonomia. *Trabalho Apresentado Em 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011), In A Engenharia No Combate à Pobreza, Pelo Desenvolvimento E Competitividade*, (2007), 13.
- Bragança, S., Alves, A., Costa, E., & Sousa, R. (2013). The use of lean tools to improve the performance of an elevators company. *Integrity, Reliability and Failure of Mechanical Systems (IRF2013)*, 1(i), 1–8. <http://doi.org/10.13140/2.1.4196.7046>
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management*. (Pearson, Ed.) (4th editio). London. <http://doi.org/10.1007/s12146-007-0019-8>
- Continental. (2011a). Continental. Retrieved from <http://contimaboronline/>
- Continental. (2011b). O Grupo Continental. Retrieved from <http://contimaboronline.com>
- Continental - Indústria Têxtil do Ave. (2015). *Manual de Acolhimento*.
- Costa, E., Bragança, S., Alves, A. C., & Sousa, R. (2014). Action-research methodology to improve performance using lean production tools. *Techins Techonoly Education Management*, 9(2), 253–264.
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization*

- Development Journal*, 29(1), 24–46. <http://doi.org/10.1108/09574090910954864>
- Feld, W. (2001). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. Vasa. Washington, D.C.: The St. Lucie Press. Retrieved from <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf> \n <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Lean+Manufacturing+Tools,+Techniques,+and+How+to+Use+Them#0> \n <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Lean+manuf>
- Franklin, T., & Eaton, M. (2004). Maintaining the momentum. *Control*, 4, 22 – 23. Retrieved from [ionnet.org.uk](http://www.ionnet.org.uk)
- Fullerton, R. R., & McWatters, C. S. (2001). Production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19(1), 81–96. [http://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00051-6](http://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00051-6)
- Hackman, S. T. (2014). WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE.
- Handfield, R. B., Monczka, R. M., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2012). *Sourcing and Supply Chain Management*. (International Edition, Ed.) *IEEE Transactions on Information Theory* (5th ed., Vol. 58). Canada. Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6071007>
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201–205. [http://doi.org/10.1016/S0003-6870\(99\)00039-3](http://doi.org/10.1016/S0003-6870(99)00039-3)
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving*. <http://doi.org/10.1201/b10492>
- Hines, P., Silvi, R., & Bartolini, M. (2002). Lean Profit Potential, 64.
- Hugos, M. (2003). *Essentials of Supply Chain Management*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (1ª Edição, Vol. 53). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ichikawa, H. (2009). Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 2272–2280. <http://doi.org/10.1109/WSC.2009.5429193>
- Ikatinasari, Z. F., & Haryanto, E. I. (2014). Implementation of Lean Service with Value Stream Mapping at Directorate Airworthiness and Aircraft Operation , Ministry of Transportation Republic of Indonesia. *Journal of Service Science and Management*, 7(August), 291–301.
- Instituto Kaizen. (2015). Logística Interna.
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology

- implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Jones, D. T., Hines, P., Rich, N., Jones, D. T., Hines, P., & Rich, N. (1997). Lean logistics. *Internacional Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(3/4), 153 – 173. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1108/09600039710170557>
- Klussman, A., Steinberg, U., Liebers, F., Gebhardt, H. & Rieger, M. (2010). No TitleThe Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO) – Evaluation of a new method for assessment of working conditions within a cross-sectional study. Retrieved from <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/11/272>
- Lage Junior, M., & Godinho Filho, M. (2010). Variations of the kanban system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13–21. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.009>
- Lei, H., Ganjezadeh, F., Jayachandran, P. K., & Ozcan, P. (2015). A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 1–9. <http://doi.org/10.1016/j.rcim.2015.12.001>
- Leite, H., & Vieira, G. (2015). Lean philosophy and its applications in the service industry: a review of the current knowledge. *Production*, 3, 529–541. <http://doi.org/10.1590/0103-6513.079012>
- Li, S., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S., & Subba Rao, S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2), 107–124. <http://doi.org/10.1016/j.omega.2004.08.002>
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <http://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Maia, L. C., Eira, R., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2015). A melhoria organizacional como alavanca para melhores condições de trabalho. *Revista Ibérica de Sistemas E Tecnologias de Informação*, N.º E4, 09/2015, 50 –65. <http://doi.org/10.17013/risti.e4.50-65>
- Martins, S. (2014). *Aplicação da filosofia Lean nas áreas produtivas e não produtivas da empresa*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
- Marty, N. (2007). A foundation for continuous improvement : lean is highly effective, but it's hard to do right. *Circuits Assembly*, 1–4.
- Matos, A. (2015). *Melhoria do sistema de abastecimento interno de uma fábrica têxtil da indústria automóvel*. Dissertação de mestrado MIEGI na empresa Continental ITA, Universidade do Minho,

Portugal.

- McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24, (2), 91–99. [http://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](http://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S)
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <http://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2013). A framework for lean manufacturing implementation. *Production & Manufacturing Research*, 1(1), 44–64. <http://doi.org/10.1080/21693277.2013.862159>
- Moutinho, A. (2015). Manual Geral Continental - Indústria Têxtil do Ave, S.A. Lousado.
- Myerson, P. (2012). *Lean Supply Chain & Logistics Management*. (McGraw Hill Professional, Ed.). New York.
- National Research Council Canada. (2004). *Principles of Lean Thinking - Tools & Techniques for Advanced Manufacturing. Itc* (1st ed.). Canada.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (1st ed.). New York: Productivity Press. <http://doi.org/10.1108/eb054703>
- Pereira, R. (2003). *Guide to Lean Manufacturing*. LSS Academy. <http://doi.org/10.1002/ejoc.201200111>
- Reason, P., & Bradbury, H. (2001). *Handbook of Action Research: Participative Inquiry and Practise. Handbook of Organization Development*. SAGE. Retrieved from <http://www.peterreason.eu/Papers/ActionResearch&OrganizationDevelopment.pdf>
- Resende, V., Alves, A. C., Batista, A., & Silva, ??ngela. (2014). Financial and human benefits of lean production in the plastic injection industry: An action research study. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 61–75.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2010). *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain* (4th ed.). London: KoganPage.
- Stroh, M. B. (2002). What is Logistics?, (201), 2. Retrieved from <http://www.logisticsnetwork.net/articles/What is Logistics.pdf>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564. <http://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research.

- Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582–603. <http://doi.org/10.2307/2392581>
- Taboada, C. (2009). *Tecnologia e Inovação na Logística* (1st ed.). Curitiba: IESDE Brasil S.A.
- Tseng, Y., Yue, W. L., & Taylor, M. A. P. (2005). The role of transportation in logistics chain. *Tseng, Y. Yue, W. Taylor, M., 5*, 1657–1672. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Villiers, F. De. (2008). *The illustrated Lean: Agile and world class manufacturing*.
- Wilson, L. (2010). *How to implement Lean Manufacturing*. Mc Graw Hill.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation* (2nd ed.). London: Simon and Schuster UK Ltd.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that changed the World*, 323.

ANEXO I – ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA C-ITA



Figura 89 - Estrutura organizacional da C-ITA adaptado de (Moutinho, 2015)

ANEXO II – ÁREA PRODUTIVA – TORCEDURA



Figura 90 - Planta parcial Piso 0 - Área produtiva Torcedura

ANEXO III – ÁREAS PRODUTIVAS – MALHAS E TECELAGEM



Figura 91 – Planta parcial Piso 0 - Áreas produtivas: Malhas e Tecelagem

ANEXO IV – PLANTA PARCIAL PISO -1

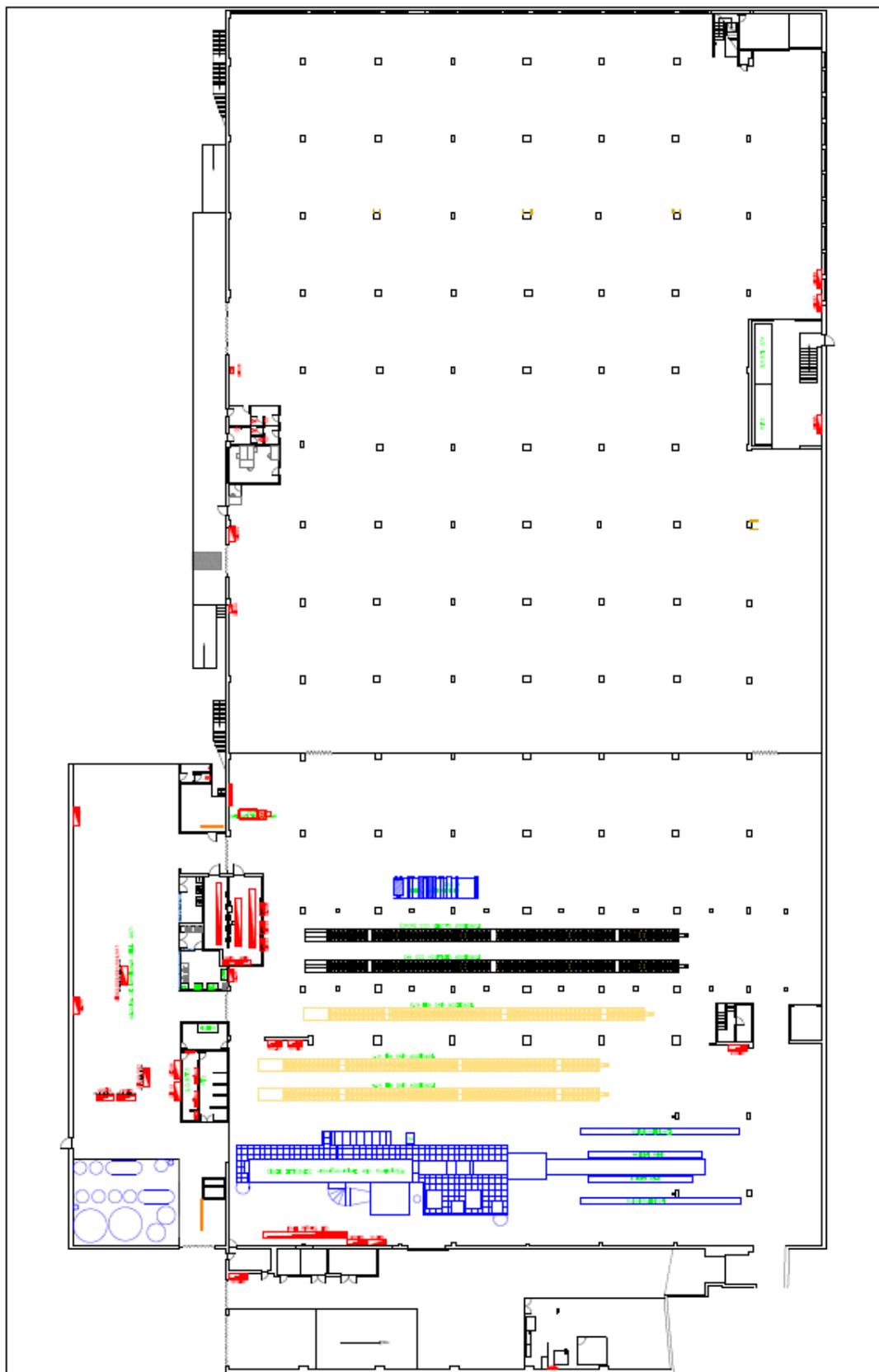


Figura 92 – Planta parcial Piso -1 – Áreas produtivas: impregnação e armazém

ANEXO V – SALÃO DE TORCEDURA PISO -1

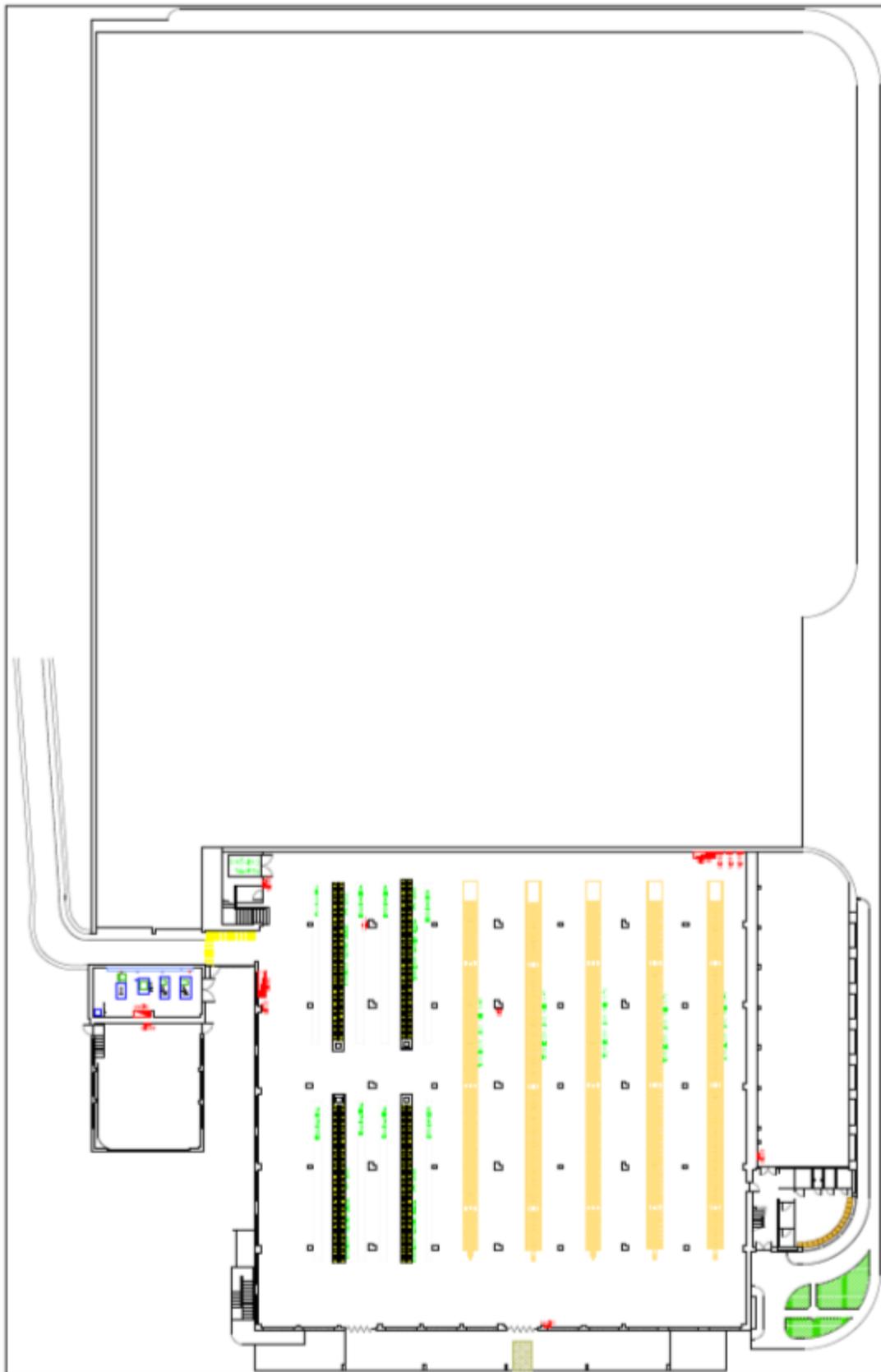


Figura 93 - Planta parcial Piso -1 - Área produtiva da Torcedura

ANEXO VI – FLUXO DE MP

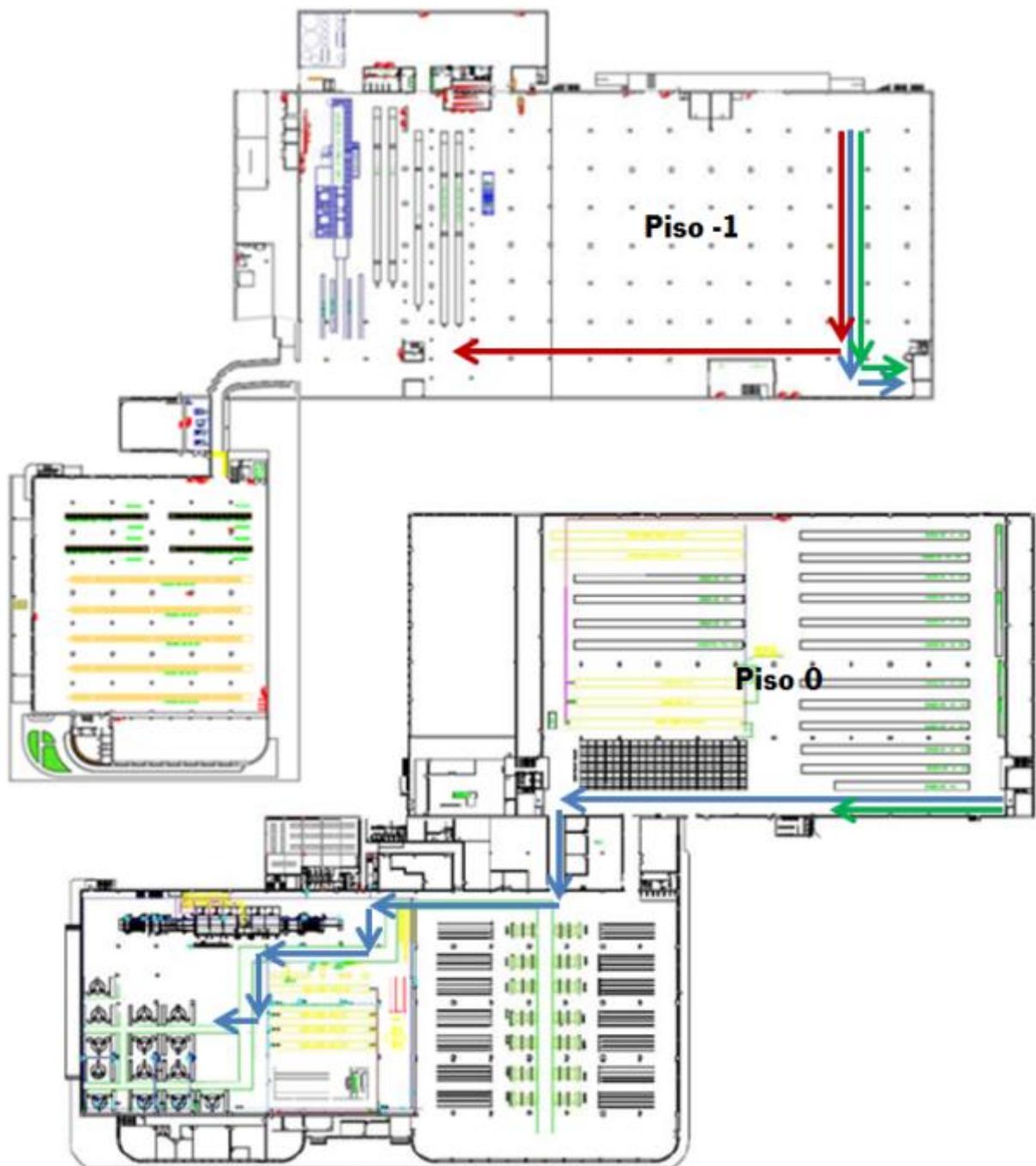


Figura 94 - Fluxo de MP nas instalações fabris

ANEXO VII – REQUISIÇÃO DE MP

A requisição de MP é feita recorrendo à ferramenta que se segue. Inicialmente é feita a seleção de qual a área em onde se pretende receber MP. Pode também ser feita a consulta de pedidos já realizados tal como pode ser verificado na Figura 95.



Figura 95 - Menu Inicial

De seguida, indica-se o artigo pretendido, o local de entrega e a rota de distribuição, a Figura 96 demonstra a interface da referida ferramenta.



Figura 96 - Submenu: seleção do material, local de entrega e rota

ANEXO VIII – ANÁLISE ABC DA MP

A Figura 97 apresenta os cálculos efetuados para obtenção da análise ABC. Na primeira coluna encontra-se o código da MP bem como a sua descrição seguida da quantidade de paletes entregues no tempo em estudo, a percentagem que cada artigo tem sobre o total de paletes entregues bem como a quantidade de paletes entregues e a percentagem acumuladas.

Descrição do material	Qty de paletes entregues	%	Qty de paletes acumulada	% acumulada	Categoria	
R074190101 - P5H24 PET2200 DTEX HailideHM2071 480f	4173	0,19	4173	0,19	A	
R080420101 - N2P11 PA 6.6 yarn 940 dtex 140HRT php	2588	0,12	6761	0,31		
R073250101 - P2P13 PET1440 DTEX PF 1X50	1868	0,09	8629	0,39		
R074160101 - P2H24 PET1440 DTEX HailideHM1391 360f	1453	0,07	10082	0,46		
R081030101 - P2U11 PE+1440, Unifull, SFD1132, 384l, nAA	1231	0,06	11313	0,52		
R072950101 - P4P15 PET1840 DTEX PF A360	1109	0,05	12422	0,57		
R078410101 - PES/CO 65/35 Ne 20/1	1016	0,05	13438	0,61		
R072890101 - R2C11 Rayon yarn 2440dtex RT610 Cordenka	1013	0,05	14451	0,66		
R072840101 - N2D11 PA 6.6 yarn 940 dtex "DIKAI"	952	0,04	15403	0,70		
R078430101 - PES text 183dtex/F36 x1, Z 40	886	0,04	16289	0,74		
R073350101 - N3S13 PA 6.6 yarn 1400 dtex N397 Shenma	882	0,04	17171	0,78		
R072800101 - N2N11 PA 6.6 yarn T650 940 dtex nexis	737	0,03	17908	0,82		B
R073620101 - AR yarn 1680 dtex Twaron T1014	610	0,03	18518	0,84		
R072970101 - P6P11 PET3340 DTEX PF 1X53	543	0,02	19061	0,87		
R078420101 - PES text 183dtex/F36 x1, S 40	529	0,02	19590	0,89		
R073190101 - N2K11 PA 6.6 yarn 940 dtex 728 Kordsa	506	0,02	20096	0,91		
R073450101 - R1C21 Rayon yarn 1840dtex cent. 0t/m	491	0,02	20587	0,94	C	
R072820101 - N3P11 PA 6.6 yarn 1400 dtex 140HRT php	379	0,02	20966	0,95		
R074760101 - P6P13 PET3340 DTEX PF 1X50	332	0,02	21298	0,97		
R072990101 - P5P11 PET2200 DTEX PF 1X53	166	0,01	21464	0,98		
R073620101 - AR yarn 1680 dtex Twaron T1014	89	0,00	21553	0,98		
R073150101 - Yarn PA6.6/CO el. weft 33NE/22tex Coats	76	0,00	21629	0,98		
R072830101 - N2P11 PA 6.6 yarn 940 dtex 140HRT php	72	0,00	21701	0,99		
R072060102 - PES-Garn 1440dtex Hailide 1384A	67	0,00	21768	0,99		
R073150201 - Yarn PA6.6/CO el. weft33NE/22tex MEP-OLBO	38	0,00	21806	0,99		
R073110201 - Cotton Yarn30NE/20Tex open end	35	0,00	21841	0,99		
R072880101 - R1C11 Rayon yarn 1840dtex RT610 100t/m	28	0,00	21869	1,00		
R073010101 - PES-GARN 1100 DTEX PF T734	14	0,00	21883	1,00		
R073080201 - Cotton Yarn 20NE/30Tex Penteadomundifios	9	0,00	21892	1,00		
R072870101 - R1C12 Ray yarn 1840dtex RT700100t/m	9	0,00	21901	1,00		
R074150101 - P1H24 PET1100 DTEX HailideHM1091 335f	9	0,00	21910	1,00		
R073120301 - Cotton Yarn NE12/4 196 tex Mundifios	8	0,00	21918	1,00		
R080280101 - AR yarn 1680 dtex Twaron T1008	8	0,00	21926	1,00		
R079430101 - NOP12 470dTex 433HRST PA66	8	0,00	21934	1,00		
R073630101 - AR yarn 1680 dtex Twaron T1000	7	0,00	21941	1,00		
R073020101 - P2S31 PET1440 DTEX Shinkong SK400 nAA	6	0,00	21947	1,00		
R073660101 - AR yarn 3360 dtex Twaron T1008	4	0,00	21951	1,00		
R074100101 - P3P11 PET1670 DTEX PF 1X53	3	0,00	21954	1,00		
R073640101 - AR yarn 1670 dtex Technora T200	3	0,00	21957	1,00		
R073000101 - P1P11 PET1100 DTEX PF 1X53	3	0,00	21960	1,00		
R080280101 - AR yarn 1680 dtex Twaron T1014	2	0,00	21962	1,00		
R080280101 - AR yarn 1680 dtex Twaron T1008	2	0,00	21964	1,00		
R073110301 - Cotton Yarn 30NE/20Tex carded	1	0,00	21965	1,00		
R073090101 - Cotton Yarn 20NE/30Tex	1	0,00	21966	1,00		

Figura 97 - Análise ABC - tabela de cálculo

ANEXO IX – TECIDOS IMPREGNADOS E RESPETIVA METRAGEM

A Figura 98 apresenta os tipos de tecido impregnado produzidos nos 10 meses em análise, na C-ITA, e a respectiva metragem de rolos impregnados.

Referência do tecido impregnado	Metros impregnados
R0699701AS	2618509
R0620001AR	2112979
R0649701AL	1327072
R0685701AF	1184148
R0815601AL	1065208
R0620001AQ	968523
R0650101AH	700259
R0534701AU	671220
R0623101AJ	635889
R0683101AG	627150
R0539701AM	607708
R0589001AN	585466
R0552801AW	566280
R0685701AK	551115
R0650101AL	447174
R0793601AK	404144
R0686001AO	308560
R0679901AE	268086
R0793701AI	225910
R0809301BF	210743
R0809301BC	197925
R0620001AS	164314
R0788401BB	162985
R0810801AJ	144420
R0623301AA	131544
R0809301AK	128590
R0521703AE	107476
R0809301BE	96933
R0552801AU	88140
R0552801AY	87282
R0683101AF	85500
R0623301BA	77341
R0695301AC	74888
R0651401AL	71402
R0786401AF	44512
F911143400	13216
R0695301BG	9108
F911124040	8018
F911123050	6092
F910003780	6092
F911123040	6016
F911143520	6015
F911124440	5968
F911134210	5076
F911134190	4652
F911133930	3236
F911133980	3086
F911123230	2724
F911143420	2580
F911000340	2578
F911153150	2440
F911123880	2308
F952170100	2130
F911000390	1836
F911133790	1798
F911153310	1760
F911133950	1260
F911143430	1240
F911124290	1204
R0794101BA	1200
F911143410	917
F911153230	897
F911124180	704
F911153190	620
F911000100	600
F931123210	503
F931000440	305

Figura 98 - Metros de tecido impregnado

ANEXO X - VSM

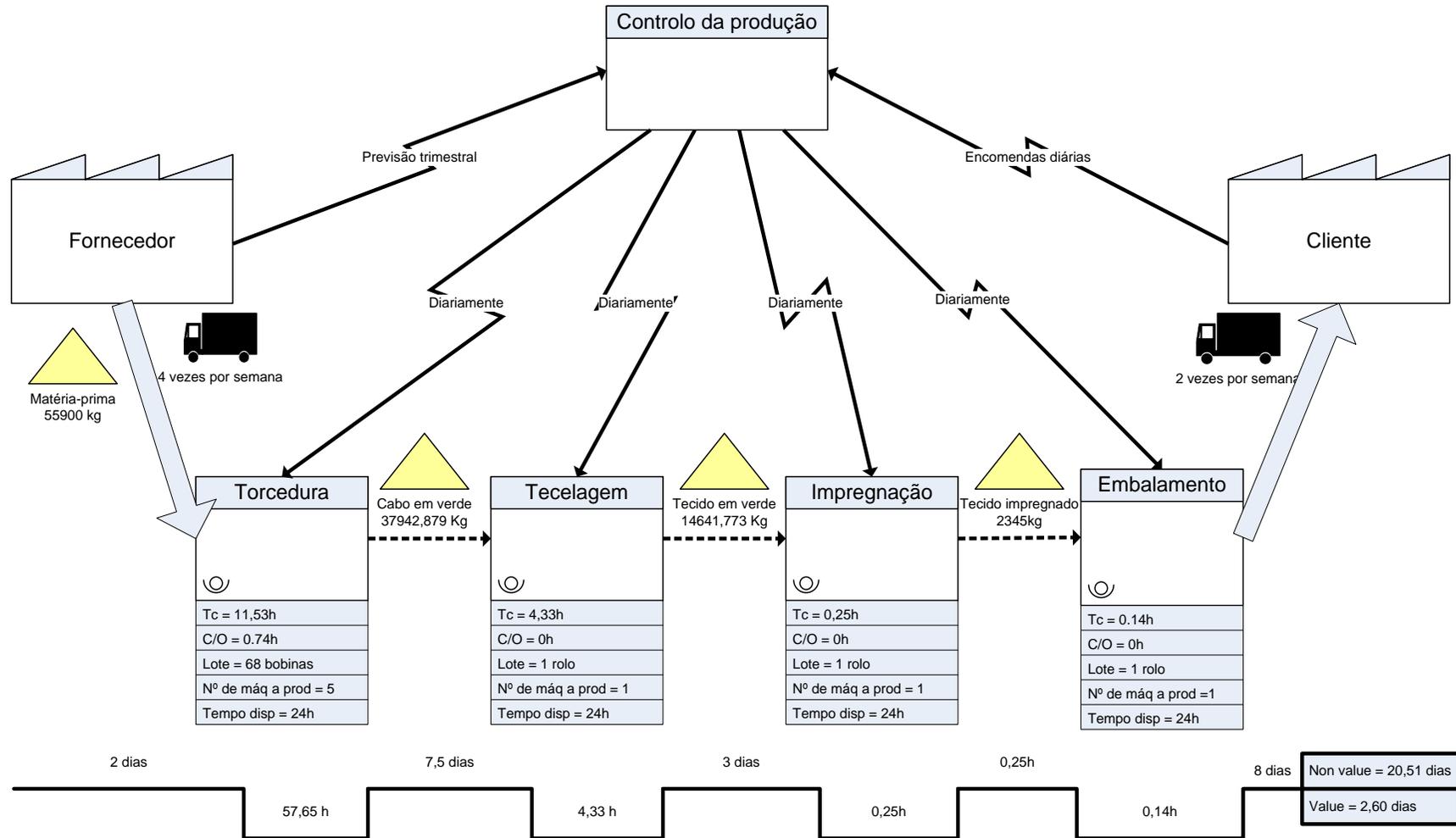


Figura 99 – VSM do artigo R0685701AF

ANEXO XI – ANÁLISE ERGONÓMICA - MOVIMENTAÇÃO DAS MALHAS TERMOFIXADAS

Método KIM - *Key Indicator Method*

TAREFAS DE EMPURRAR / PUXAR

Passo 1: Determinação da pontuação do tempo (seleccionar apenas uma coluna).

Empurrar e puxar em curtas distâncias ou com paragem frequente (distância única até 5 metros)		Empurrar e puxar em longas distâncias (distância única mais de 5 metros)	
Número no dia de trabalho	Pontuação do tempo	Distância total no dia de trabalho	Pontuação do tempo
< 10	1	< 300 m	1
10 a < 40	2	300 m a < 1km	2
40 a < 200	4	1 km a < 4 km	4
200 a < 500	6	4 a < 8 km	6
500 a < 1000	8	4 a < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 16 km	10
Exemplos: operação de manipulação, configuração de máquinas, distribuição de refeições num hospital		Exemplos: recolha do lixo, transporte de mobiliário em edifícios com rolamentos, descarregamento e transbordo de contentores	

Pontuação do tempo = ____

Passo 2: Determinação da pontuação da precisão e da velocidade do movimento.

Precisão da posição	Velocidade de movimento	
	lenta (< 0.8 m/s)	rápida (0.8 até 1.3 m/s)
Lenta - sem especificação da distância a percorrer - a carga pode rolar até parar ou ir contra um obstáculo	1	2
Rápida - a carga deve ser posicionada e parada de forma precisa - a distância a percorrer deve ser respeitada escrupulosamente - mudanças frequentes na direcção	2	4

Nota: A velocidade média de caminhada é aproximadamente 1 m/s.

Pontuação da precisão e da velocidade do movimento = ____

Passo 3: Determinação da pontuação da carga.

Massa a mover (peso da carga)	Veículo industrial, ajuda				
	Sem, a carga é rolada   rolamento	Carrinho de mão  	Carruagem, rolo, carro de transporte sem rolos fixos (só rolos orientáveis) 	Veículos em carris, mesas transportadoras, carruagens com rolos fixos  	Manipuladores, corda, balancetes 
< 50 kg	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
50 a < 100 kg	1	1	1	1	1
100 a < 200 kg	1.5	2	2	1.5	2
200 a < 300 kg	2	4	3	2	4
300 a < 400 kg	3		4	3	
400 a < 600 kg	4		5	4	
600 a < 1000 kg	5			5	
≥ 1000 kg					
deslizamento  	<p>Áreas cinzentas: Crítico porque um controlo do movimento do veículo/carga industrial depende muito da habilidade e da força física.</p> <p>Áreas brancas sem número: Basicamente, deve ser evitada porque as forças de acção necessárias podem facilmente exceder as forças físicas máximas.</p>				
< 10 kg	1				
10 a < 25 kg	2				
25 a < 50 kg	4				
≥ 50 kg					

Pontuação da carga = ____

Passo 4: Determinação da pontuação da postura do trabalhador.

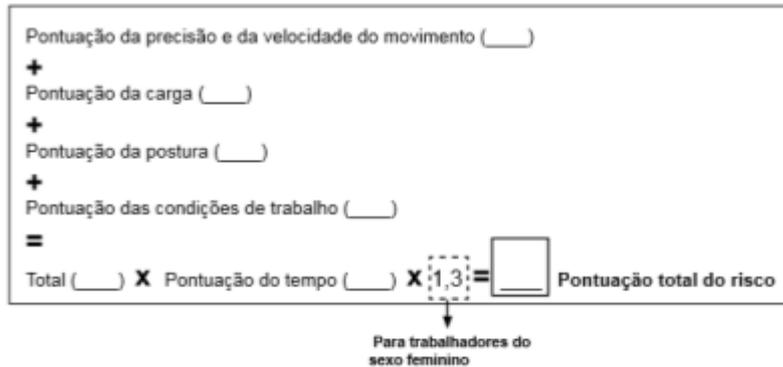
	Tronco direito, não torcido	1
	Tronco ligeiramente dobrado para a frente ou ligeiramente torcido (puxar com um dos lados)	2
	Corpo baixo inclinado em direcção do movimento Dobrado, ajoelhado, inclinado	4
	Combinação de corpo inclinado e torcido	8

Nota: Deve ser utilizada a posição típica. Uma maior inclinação ao iniciar, travar ou oscilar deve-se ignorar se ocorrer apenas ocasionalmente.

Pontuação da postura = ____

PASSO 6: Avaliação.

Inserir no seguinte diagrama as pontuações para os indicadores-chave determinadas anteriormente e calcular a pontuação total do risco associado à tarefa em estudo.



Passo 5: Determinação da pontuação das condições de trabalho.

Condições de Trabalho		
Boas	Solo ou outras superfícies firmes, suaves, secas	0
	Sem inclinação	
	Sem obstáculos no espaço de trabalho	
Restritas	Rolamentos ou rodas deslizam facilmente, sem desgaste visível nos rolamentos	2
	Solo sujo, um pouco irregular, suave	
	Inclinação suave até 2°	
	Obstáculos no espaço de trabalho que têm de ser evitados	
Difíceis	Rolamentos ou rodas sujos, não deslizam facilmente, com desgaste	4
	Caminho não pavimentado ou pavimentado grosseiramente, buracos, com sujidade	
	Inclinação de 2 a 5°	
Complicadas	Rolamentos e rodas sujas, com rodagem dificultada	8
	Degraus e escadas	
	Inclinação superior a 5°	
	Combinação das condições de "Restritas" e "Difíceis"	

Pontuação das condições de trabalho = ____

Com base na pontuação total calculada e no quadro apresentado de seguida é possível fazer uma análise do risco.

Amplitude do Risco ²	Pontuação Total do Risco	Descrição
1	< 10	Situação de carga leve, improvável o surgimento de sobrecarga física.
2	10 a < 25	Situação de carga média, o surgimento de sobrecarga física é possível em pessoas menos resistentes ³ . Para este grupo, a modificação do local de trabalho pode ser favorável.
3	25 a < 50	Situação de carga aumentada, o surgimento de sobrecarga física é também possível em pessoas com resistência normal. É recomendável a modificação do local de trabalho.
4	≥ 50	Situação de carga muito elevada, é provável o surgimento de sobrecarga física. É necessária a odificação do local de trabalho.

² Basicamente, deve assumir-se que à medida que a pontuação aumenta, aumenta também o risco de sobrecarga do sistema músculo-esquelético. As fronteiras entre os níveis de risco são fluidas devido às técnicas de trabalho e às condições de desempenho individuais. Esta classificação só pode, portanto, ser considerada uma orientação. Em geral deve-se assumir que à medida que a nota de risco aumenta, aumenta também o risco de sobrecarga para o sistema músculo-esquelético.

³ Neste contexto, são consideradas pessoas com menos força as que têm idade superior a 40 anos ou inferior a 21, as novas no trabalho e as que sofrem de algum tipo de doença.

Método RULA

Desenvolvido por: LUIS FELIPE DE LIMA
 Autor da Metodologia: LUIS FELIPE DE LIMA
 Versão: 01/01/2010 (atualizado em 01/01/2010)

RULA – RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT

Folha de Avaliação de um Posto de Trabalho, Adaptado de Proformix, RULA Employee Assessment Worksheet

Data: ___/___/___ Empresa: _____
 PF: _____ Avaliador: _____

A. ANÁLISE DO MEMBRO SUPERIOR E PULSO

Passo 1: Verificar posição do Braço

-15° a 15° +1
 +15° a 45° +2
 +45° a 90° +3
 90°+ +4

Passo 1a: Ajuste
 Caso o antebraço esteja vertical: -1
 Caso haja desvio do braço: +1
 Caso os ombros estejam apoiados: -1

Passo 2: Verificar posição do antebraço

60° a 90° +1
 90° a 120° +2
 120° a 150° +3
 150° a 180° +4

Passo 2a: Ajuste
 Caso o antebraço esteja cruzado com a linha central do corpo ou trabalho na parte lateral: +1

Passo 3: Verificar posição do pulso

20° a 30° +1
 30° a 45° +2
 45° a 60° +3
 60° a 75° +4
 75° a 90° +5

Passo 3a: Ajuste
 Caso o pulso esteja flexido lateralmente (podendo ou não): +1

Passo 4: Rotação do pulso
 Caso haja alguma rotação: +1
 Caso haja rotação do pulso de qualquer lado: +2

Passo 5: Cálculo da pontuação para a postura na Tabela A
 Utilize os valores dos passos 1 a 4 para encontrar a pontuação para a postura na Tabela A

Passo 6: Adicione a pontuação de Utilização Muscular
 Caso a postura seja essencialmente estática: +1
 Caso a postura seja mantida por mais de 1 min ou repetida por mais de 4 x por min: +1

Passo 7: Adicione pontuação de Carga/Força
 Sem carga ou carga inferior a 2 Kg (intermitente): -1
 Força ou carga de 2 a 10 Kg (intermitente): +1
 Força ou carga de 2 a 10 Kg (estática ou repetida): +2
 Força ou carga com mais de 10 Kg, chaves ou aplicação de força de forma repetida: +3

Passo 8: Determinar a linha da tabela C
 A pontuação completa da análise do membro superior totalizada é utilizada para determinar a linha na Tabela C

B. ANÁLISE DO PESCOÇO, TRONCO e MEMBROS INFERIORES

Passo 9: Verificar posição do pescoço

0° a 10° +1
 10° a 20° +2
 20° a 30° +3
 30° a 40° +4

Passo 9a: Ajuste
 Caso haja rotação lateral do pescoço: +1
 Caso haja inclinação lateral do pescoço: +1

Passo 10: Verificar posição do tronco

20° a 30° +1
 30° a 40° +2
 40° a 50° +3
 50° a 60° +4

Passo 10a: Ajuste
 Caso haja rotação lateral do tronco: +1
 Caso haja inclinação lateral do tronco: +1

Passo 11: Pernas
 Pernas e pés bem apoiados e em postura bem equilibrada: +1
 Pernas e pés mal apoiados e em postura instável: +2

Tabela A

Braço	Antebraço	Pulso					
		1	2	3	4		
1	1	1	2	1	2	1	2
2	2	2	2	2	2	3	3
3	3	2	2	2	2	3	3
4	3	2	2	2	2	3	3
5	3	2	2	2	2	3	3
6	3	2	2	2	2	3	3

Tabela B

Pescoço	Pernas		Pernas		Pernas		Pernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	2	1	2	1	2	1	2
2	1	2	2	2	3	4	3	3
3	2	2	3	3	4	4	5	5
4	3	3	3	3	4	4	5	5
5	4	4	4	4	5	5	6	6

Tabela C

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	3	3	4	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6
5	4	4	4	5	5	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	8	8	8

Pontuação Final

Pontuação do Braço + Pontuação do Antebraço + Pontuação do Pulso + Pontuação de Rotação do Pulso + Pontuação A + Pontuação de Utilização Muscular + Pontuação de Carga/Força = Pontuação final do Membro Superior + Pontuação final do Pescoço, Tronco e Membros Inferiores

Figura 100 - Folha de cálculo RULA

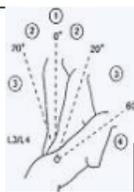
ANEXO XII – ANÁLISE ERGONÓMICA - MOVIMENTAÇÃO DOS ROLOS DE TECIDO EM VERDE

FOLHA DE CÁLCULO REBA

GRUPO A: Tronco, pescoço e pernas

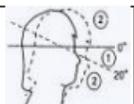
Tronco

Movimento	Pontuação	Mudar Pont.
Erecto	1	+ 1 se há torção ou flexão lateral
0°-20° flexão 0°-20° extensão	2	
20°-60° flexão >20° extensão	3	
> 60° flexão	4	



Pescoço

Movimento	Pontuação	Mudar Pont.
0°-20° flexão	1	+ 1 se há torção ou flexão lateral
>20° flexão ou extensão	2	



Pernas

Movimento	Pontuação	Mudar Pont.
Peso bilateral, andando ou sentado	1	+ 1 se joelho(s) entre 30° e 60° flexão
Peso unilateral ou postura instável	2	+ 2 se joelho(s) > 60° flexão



Carga/Força

0	1	2	+ 1
< 5 Kg	5 a 10 Kg	> 10 Kg	Choque ou rápido desencadeamento da força

PONTUAÇÃO A

QUADRO A

Pernas	Tronco					
	1	2	3	4	5	
1	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

QUADRO B

Pulso	Braço					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	1	3	4	6
	2	2	2	4	5	7
	3	2	3	5	5	8
2	1	1	2	4	5	7
	2	2	3	5	6	8
	3	3	4	5	7	8

QUADRO C

		Pontuação B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pontuação A	1	1	1	1	1	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

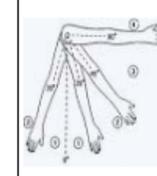
Correcção: + 1 se:

- Uma ou mais partes do corpo estáticas + 1 min.
- Acções repetidas mais de 4x por minuto
- A acção causa rápidas alterações à postura ou uma base instável

GRUPO B: Braços, antebraços e pulsos

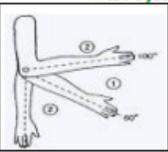
Braços

Movimento	Pontuação	Mudar Pont.
0°-20° flexão/ extensão	1	+ 1 se há abdução ou rotação
>20° extensão	2	+ 1 se há elevação do ombro
20°-45° flexão	3	- 1 se apoiado suportando o peso. Acção da gravidade.
>90° flexão	4	



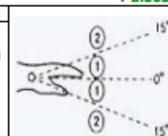
Antebraços

Moviment	Score
60°-100° flexão	1
<60° flexão ou >100° flexão	2



Pulsos

Movimento	Pontuação	Mudar Pont.
0°-15° flexão/ extensão	1	+ 1 se há desvio lateral ou torção
>15° flexão/ extensão	2	



Pontuação Quadro B

Ligação - Coupling			
0	1	2	3
Pega bem ajustada, pega de potência	Pega aceitável mas não ideal ou a ligação é aceitável por outra parte do corpo	Pega não aceitável apesar de possível	Pega difícil e insegura, sem pegos ou a ligação é inaceitável por outras partes do corpo

PONTUAÇÃO B

PONTUAÇÃO FINAL (REBA):

Baseado na Nota Técnica: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett & McAtamney, Applied Ergonomics, 31, 201-205
Adaptado por Paula Carneiro (Universidade do Minho)

Figura 101 - Folha de cálculo REBA

ANEXO XIII – TEMPOS DE TRANSPORTE EM CADA ROTA

Tabela 21 - Atividades da rota das Malhas termofixadas

Material	Origem	Destino	Descrição da tarefa	Viagem (min)	Nº Max de vezes /turno
MP	Armazém	Armazém	Transporte de MP do lote até à zona de preparação da carga	1,66	10
	Armazém	Armazém	Remoção dos plásticos das paletes ou cintas de MP	0,71	3
	Armazém	Armazém	Acondicionamento da MP no monta-cargas	1,32	3
	Armazém	Torcedura	Transporte no monta-cargas	0,65	3
	Torcedura	Torcedura	Descarregamento do monta-cargas	1,70	3
	Torcedura	Malhas	Transporte da MP para o buffer do Volkmann	1,64	4
	Torcedura	Torcedura	Transporte da MP para o buffer dos teares circulares	2,20	6
SUCATA	Malhas	Malhas	Recolha da sucata	2,87	3
	Malhas	Torcedura	Transporte da sucata para uma área de espera em frente ao monta-cargas	1,71	3
	Torcedura	Torcedura	Acondicionamento da sucata no monta-cargas	1,63	3
	Torcedura	Armazém	Transporte no monta-cargas	0,65	2
	Armazém	Armazém	Descarga e transporte da sucata	1,49	3
PF	Malhas	Torcedura	Transporte do PF até ao monta-cargas (2 a 2 rolos)	1,31	16
	Torcedura	Torcedura	Acondicionamento do PF no monta-cargas	0,32	16
	Torcedura	Armazém	Transporte no monta-cargas	0,65	8
	Armazém	Armazém	Armazenamento do PF (2 a 2 rolos)	2,78	8
SCRAP	Malhas	Malhas	Recolha de scrap	2,87	1
	Malhas	Torcedura	Transporte de caixas de scrap para uma área de espera em frente ao monta-cargas	1,71	1
	Torcedura	Torcedura	Acondicionamento das caixas de scrap no Monta-Cargas	1,62	1
	Torcedura	Armazém	Transporte no monta-cargas	0,65	1
	Torcedura	Armazém	Descarga e armazenamento das caixas de scrap	0,58	1
			Viagem do empilhador vazio	2,85	

Tabela 22 - Atividades da rota da Torcedura

Material	Origem	Destino	Descrição da tarefa	Viagem (min) / 2 paletes	Nº Max de vezes /turno
MP	Armazém	Armazém	Transporte de MP do lote até à zona de preparação da carga	1,66	12
	Armazém	Armazém	Remoção dos plásticos das paletes de MP	0,71	3
	Armazém	Armazém	Acondicionamento da MP no monta-cargas	0,98	3
	Armazém	Torcedura	Transporte no monta-cargas	0,65	3
	Armazém	Torcedura	Descarregamento do monta-cargas	2,53	3
	Torcedura	Torcedura	Transporte da MP para buffer bobinadeiras	0,75	3
	Torcedura	Torcedura	Transporte da MP para buffer torcedura	0,59	3
SUCATA	Torcedura	Torcedura	Recolha da sucata	1,80	6
	Torcedura	Torcedura	Transporte da sucata para uma área de espera em frente ao monta-cargas	0,50	3
			Acondicionamento da sucata no monta-cargas	0,71	3
	Torcedura	Armazém	Transporte no monta-cargas	0,65	3
	Armazém	Armazém	Descarga e transporte da sucata	1,49	6
SCRAP	Torcedura	Torcedura	Recolha de scrap	1,17	1
	Torcedura	Torcedura	Transporte de caixas de scrap para uma área de espera em frente ao monta-cargas	1,25	1
	Torcedura	Torcedura	Acondicionamento das caixas de scrap no Monta-Cargas	1,62	1
	Torcedura	Armazém	Transporte no monta-cargas	0,65	1
	Armazém	Armazém	Descarga e armazenamento das caixas de scrap	1,49	1
Material a devolver ao armazém	Torcedura	Torcedura	Transporte dos materiais para uma área de espera em frente ao monta-cargas	0,50	1
	Torcedura	Torcedura	Acondicionamento das paletes vazias no monta-cargas	0,98	1
	Torcedura	Armazém	Transporte no monta-cargas	0,65	1
	Armazém	Armazém	Descarga e armazenamento	1,49	1
			Viagem do empilhador vazio	1,90	

Tabela 23 - Atividades da rota da Torcedura SA

Material	Origem	Destino	Descrição da tarefa	Viagem (min) / 2	Nº Max de Viagens /turno
MP	Armazém	Armazém	Transporte de MP do lote até à zona de preparação da carga	1,66	6
	Armazém	Armazém	Remoção dos plásticos das paletes de MP	0,71	6
	Armazém	Torcedura SA	Transporte da matéria-prima para o buffer na torcedura (-1)	2,12	3
Material a devolver ao armazém	Torcedura SA	Armazém	Devolução de material ao armazém	2,70	1
SUCATA	Torcedura SA	Torcedura SA	Recolha da sucata	1,18	2
	Torcedura SA	Armazém	Transporte da sucata para uma área destinada ao seu armazenamento	2,80	2
Viagem do empilhador vazio				2,70	

Tabela 24 - Atividades da rota da Tecelagem

Material	Origem	Destino	Descrição da tarefa	Viagem (min) / 2	Nº Max de vezes /turno
MP	Armazém	Armazém	Transporte de MP do lote até à zona de preparação da carga	1,66	2
	Armazém	Armazém	Remoção dos plásticos das paletes de MP	0,71	2
	Armazém	Armazém	Acondicionamento da MP no monta-cargas	0,98	2
	Armazém	Torcedura	Transporte no monta-cargas	0,65	1
	Torcedura	Torcedura	Descarregamento do monta-cargas	2,53	2
	Torcedura	Tecelagem	Transporte da MP para a área das malhas	1,67	2
SCRAP	Tecelagem	Tecelagem	Recolha de scrap	0,67	1
	Tecelagem	Torcedura	Transporte de caixas de scrap para uma área de espera em frente ao monta-cargas	1,66	1
	Torcedura	Torcedura	Acondicionamento das paletes vazias no monta-cargas	0,98	1
	Armazém	Torcedura	Transporte no monta-cargas	0,65	1
	Armazém	Armazém	Descarga e armazenamento das paletes vazias	1,49	1
Viagem do empilhador vazio				2,32	

Tabela 25 - Atividades da rota da Single End

Material	Origem	Destino	Descrição da tarefa	Viagem (min)	Nº Max de vezes /turno
MP	Armazém	Armazém	Transporte de MP do lote até à zona de preparação da carga	1,66	4
	Armazém	Armazém	Remoção dos plásticos das paletes de MP	0,71	4
	Armazém	Single End	Transporte de MP até ao buffer	2,33	2
Químicos	Armazém	Single End	Transporte de Químicos	2,00	1
PF	Single End	Armazém	Transporte e armazenamento de PF	3,08	2
SCRAP	Single End	Single End	Recolha de scrap	0,81	1
	Single End	Armazém	Transporte de caixas de scrap para o armazém	2,91	1
SUCATA	Single End	Single End	Recolha de sucata	0,81	2
	Single End	Armazém	Transporte de sucata	1,37	2
Viagem do empilhador vazio				2,00	

Tabela 26 - Atividades da rota Zell

Material	Origem	Destino	Descrição da tarefa	Viagem (min) / 2	Nº Max de vezes /turno
Químicos	Armazém	Zell	Transporte de Químicos	2,00	1
PF	Zell	Armazém	Transporte e armazenamento de PF	1,78	10
SCRAP	Single End	Single End	Recolha de scrap	0,34	1
	Single End	Armazém	Transporte de caixas de scrap para o armazém	2,12	1
Viagem do empilhador vazio				1,50	

A Tabela 27 serviu de auxílio ao cálculo da frequência das rotas bem como do horário a atribuir a cada rota. O valor a considerar foi calculado através da maior média de paletes entregues nos 202 dias considerados.

Tabela 27 - Tabela de auxílio ao cálculo da frequência das rotas – Análise da MP entregue

		Rota 0h	Rota 4h	Rota 8h	Rota 12h	Rota 16h	Rota 20h	Valor a considerar
Malhas	Buffer Malhas - Salão Malhas Piso 0	423	177	427	247	432	229	3
	Buffer Volkmann - Salão Malhas Piso 0	104	52	121	52	103	70	
	Total	527	229	548	299	535	299	
	Média	3	2	3	2	3	2	
Tecelagem	Buffer Tecelagem - Salão Tecelagem Piso 0	7	3	35	43	20	12	1
	Média	1	1	1	1	1	1	
Single End	Buffer Oerlikon - Salão S.E Piso -1	194	50	187	47	218	35	3
	Buffer Jing Wei - Salão S.E Piso -1	284	123	328	141	252	114	
	Total	478	173	515	188	470	149	
	Média	3	1	3	1	3	1	
SA	Buffer Saurer Allma - Salão S. Allma Piso -1	50	19	52	37	79	20	3
	Buffer Jing Wei - Salão S. Allma Piso -1	471	71	414	79	451	77	
	Total	521	90	466	116	530	97	
	Média	3	1	3	1	3	1	
Torcedura	Fila 1 - Salão ICBT Piso 0	257	102	237	113	208	92	14
	Fila 10 - Salão ICBT Piso 0	496	244	549	249	512	242	
	Fila 11 - Salão ICBT Piso 0	10	14	26	18	15	7	
	Fila 12 - Salão ICBT Piso 0	84	42	81	34	90	43	
	Fila 13 - Salão ICBT Piso 0	39	28	34	22	46	33	
	Fila 14 - Salão ICBT Piso 0	130	68	150	65	145	55	
	Fila 2 - Salão ICBT Piso 0	569	300	508	256	472	273	
	Fila 3 - Salão ICBT Piso 0	94	46	104	45	119	56	
	Fila 4 - Salão ICBT Piso 0	160	68	141	83	141	63	
	Fila 5 - Salão ICBT Piso 0	21	5	36	5	29	15	
	Fila 6 - Salão ICBT Piso 0	200	86	175	70	189	66	
	Fila 7 - Salão ICBT Piso 0	173	85	151	66	147	57	
	Fila 8 - Salão ICBT Piso 0	82	34	68	44	79	33	
	Fila 9 - Salão ICBT Piso 0	57	35	59	24	38	17	
	Bobinadeiras - Salão ICBT Piso 0	340	125	340	122	221	135	
	Total	2712	1282	2659	1216	2451	1187	
	Média	14	7	14	7	13	6	