

ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSO DE PINTURA E VULCANIZAÇÃO NA CONTINENTAL

António Ricardo Araújo Gonçalves



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial
Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia do Porto

2012

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de
Computadores - Sistemas e Planeamento Industrial

Candidato: António Ricardo Araújo Gonçalves, N° 1020335, 1020335@isep.ipp.pt

Orientação científica: João Augusto de Sousa Bastos, jab@isep.ipp.pt

Empresa: Continental Mabor - Indústria de Pneus, S.A.

Supervisão: Filipe Santos S. Rodrigues Carvalho, filipe.carvalho@conti.de



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Especialização de Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

15 de Novembro de 2012

À Susan

Agradecimentos

À Continental Mabor S.A., pela oportunidade concedida de realização do projeto curricular na empresa.

Ao Engenheiro Armando Estevão, diretor da Direção de Engenharia Industrial, pela oportunidade que me proporcionou e pelo acompanhamento durante todo o projeto.

Ao meu orientador da Continental Mabor, Engenheiro Filipe Carvalho, por me ajudar a eliminar as minhas “vacas” com a sua orientação, apoio, incentivo e pronta disponibilidade durante este projeto. Será sempre um modelo a seguir na minha vida profissional.

Ao Professor João Bastos pela disponibilidade, paciência, compreensão e dedicação ao longo de todo o projeto.

A todos os membros da Direção de Engenharia Industrial na Continental Mabor: Manuel Santos, Fernando Simões, José Salgueiro, Rui Pereira, Ricardo Soares pela disponibilidade e troca de conhecimento e em particular ao Nuno Rodrigues e ao Hélder Quaresma pelo apoio e companheirismo nos momentos mais difíceis.

Agradeço ainda de uma forma marcada à minha família, pelo apoio incondicional e incentivo ao longo de todos estes anos de estudo.

À Carla Maia, Cláudia Araújo e Idálio Gomes pela sua contribuição e incentivo no desenvolvimento deste trabalho.

À minha Amada esposa, Susan Gonçalves pela sua paciência, compreensão e contribuição no desenvolvimento deste trabalho. AS8

De uma forma geral, gostaria ainda de agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que a realização deste projeto fosse possível.

Resumo

A indústria automóvel é um dos setores mais exigentes do mercado global, por este motivo empresas como a Continental Mabor S.A, líderes de mercado, necessitam estar na linha da frente no que toca a programas de melhoria contínua e de uma gestão orientada para um crescimento rentável e sustentado.

Nesta perspetiva, este estudo de dissertação tem como objetivo encontrar uma solução para a gestão de stock e FiFo (First in First out) de pneus em verde na supracitada empresa, situada em Lousado, Vila Nova de Famalicão.

Este projeto de dissertação iniciou-se com uma análise e diagnóstico do processo produtivo do pneu, entre a Construção e a Vulcanização. Nesta análise, foi possível identificar vários problemas, sendo o mais crítico associado à logística interna de transporte do pneu “em curso”, de fabrico entre as fases do mesmo, Construção e Vulcanização. Devido a condicionantes estruturais e de organização, a logística interna de transporte entre estes dois sectores enfrenta estrangulamentos nos fluxos, a falta de espaço para acomodar o material em curso, problemas organizacionais de controlo e monitorização do processo produtivo, dificuldades de regulação do fluxo e localização dos carros de transporte dos pneus em verde.

Face aos problemas detetados ao longo do estudo, foram analisadas várias soluções para a resolução ou minimização dos mesmos. Entre as soluções propostas salientam-se: o alargamento do sistema de transporte por tapetes rolantes GTC (Green Tire Conveying) a todos os módulos de construção. Esta solução diminui o fluxo de carros para a área da construção, descongestionando a zona próxima do sistema de carregamento automático GTAL (Green Tire Automatic Loading) na vulcanização. A implementação dum sistema Wi-Fi RFID, que permite identificar e localizar artigos em curso utilizando etiquetas inteligentes numa rede wireless, conseguindo melhorar a programação de produção e o respetivo sequenciamento.

Sabendo também que a Continental se encontra numa fase de expansão, designada Projeto Route 17/20, as soluções propostas tomaram em consideração essa nova realidade futura. Assim, foram estudados e propostos novos layouts para esse atual processo. Nestes novos

layouts, procurou-se uma reorganização dos processos de fabrico, bem como um redimensionamento dos espaços de estacionamento de carros de pneus verdes adequado aos volumes produtivos. De igual forma, adequou-se os espaços físicos à possível implementação de um sistema de FiFo de pneus em verde na planta fabril, quando concluída a expansão.

Este trabalho de dissertação apresenta como vantagens diretas da sua implementação: gerar a menor perturbação no atual método de trabalho seguido na empresa; previsivelmente aumentar a eficiência do processo produtivo; potenciar o crescimento tecnológico programado pela empresa; e oferecer uma boa relação custo/benefício no investimento necessário. Como apreciação final, pode-se concluir que este estudo foi finalizado com sucesso, visto que as soluções propostas foram apreciadas positivamente pela Administração da Continental Mabor S.A. e estão correntemente a ser avaliadas pelo grupo.

Palavras-Chave

FiFo, Pneus em verde, Melhoria Continua, Gestão de *stock*, *Wi-Fi RFID*, *Tag*, *GTC*, Projeto *Route 17/20*, Carros de pneus em verde, *Shop-floor*.

Abstract

The automobile industry is one of the most demanding sectors of the market. Therefore, companies like Continental Mabor S.A, market leaders need to be at the top of their game in what concerns programmes of Continuous Improvement and need a management in which goals are a sustained and rentable progress.

In this perspective, the main aim of this dissertation study is to find a solution for the stock management and FiFo (First in First out) of green tires at Continental Mabor SA. located in Lousado, Vila Nova de Famalicão.

Initially it was carried out a diagnosis and an analysis to the process of the production of the tire, between areas of Construction and Curing. Several problems were observed among which we focus the one associated to the internal logistics of the transportation of tires in the making, in between its own phases of production, Construction and Curing. Due to these structural and organizational conditions, the internal logistic of transportation in between these two sectors faces limitations, like flow strangulation, lack of space to accommodate the material in course , organizational problems of control and monitoring of the production process, difficulties in regulating the flow and localization of green tire transporter cars.

Given the problems detected during the study, we analyzed many solutions to solve or minimize these defects. Among them we highlight: the extension of conveyers GTC (Green Tire Conveying) to all tire construction modules. This solution decreases the flow of cars to the construction area, decongesting the space near the automatic loading system GTAL (Green Tire Automatic Loading) in the curing sector. The implementation of a Wi-Fi RFID system, that identifies and locates articles using tags, in a wireless network, which allows a better production programing and consequently an improved scheduling.

Acknowledging that at Continental an expansion is taking place, called Project Route 17/20, it was accounted on when the solutions where proposed. Therefore new layouts were studied and proposed for this actual process. With these new layouts, sought to

reorganize the production process, and also resizing the parking spaces for green tire cars, appropriately for its volume of production. In the same way, the physical spacing was adapted, in order to allow the implementation of FiFo green tire on the shop-floor, at the time the expansion is concluded.

This dissertation presents as its direct advantages of implementation: generates the slightest disturbance in the current working method followed in the company; predictably increase the efficiency of the production process; foster technological growth planned by the company, and provide a cost / benefit investment required. As a final assessment, it can be concluded that this study was completed successfully, since the proposed solutions were assessed positively by the Directors of Continental Mabor SA and are currently being evaluated by the group.

Keywords

FiFo, Green Tires, Constant improvement Continuous Improvement, Stock management, Wi-Fi RFID, Tag, GTC, Project Route 17/20, Green tire cars, Shop-floor.

Résumé

L'industrie automobile c'est un des secteurs les plus exigeants du marché globale, pour cette raison, entreprises comme Continental Mabor S.A., leader sur le marché, a besoin d'aitre avant-garde, dans ce qui concerne les programmes de constante amélioration et d'une gestion orientée pour la croissance rentable et durable.

Dans cet perspectif, cet étude de dissertation a l'objectif de trouver une solution pour la gestion du stock et FiFo (First in First out) de pneus en vert, dans l'entreprise au-dessus mentionnée, localisée a Lousado, Vila Nova de Famalicão.

Ce projet de dissertation initialement c'est réalisé avec une analyse et diagnostique du procès productif du pneu, depris la Construction jusqu'à la Vulcanisation. À travers e cette analyse, il a été possible d'identifier plusieurs problèmes, parmi les quelles le plus critique est associé a la logistique interne du transport du pneu en cours de fabrication entre les phases du même, Construction et Vulcanisation. Grâce a des contraintes structurelles et d'organisation, la logistique interne du transport entre ces deux secteurs confronte d'étranglements dans les fluxes, de manque d'espace pour garder le matériel en cours, des problèmes d'organisation du control et surveillance du procès productif, des difficultés de régulation du fluxe et localisation des cars de transport de pneus en vert.

En envisageant les problèmes détectées au long de l'étude, on a analysé quelques solutions pour les résoudre ou minimiser. Parmi les quelles on met en évidence: l'élargissement du système de transport par tapis roulants GTC (Green Tire Conveying) a tous les modules de construction. Réduit ainsi le fluxe des cars vers l'espace de la construction, décongestionnant la zone proche du système de chargement automatique GTAL (Green Tire Automatic Loading) dans la Vulcanisation; et l'implémentation d'un système Wi-Fi RFID qui a permit d'identifier et localiser des items par l'utilisation des étiquetts dans un réseau wireless, permettant ainsi améliorer la programmation de la production et le respectif séquençage.

Connaissant ainsi que Continental est dans une phase d'expansion, nommé Projet Route 17/20, les solutions proposées ont prit en considération cette nouvelle réalité future. De

cette forme, on a étudié et proposé nouveaux layouts pour cet actuel procès. Dans ces nouveaux layouts, on a cherché une réorganisation du procès de fabrication, ainsi comme un redimensionnement des espaces du parking de cars de pneus verts approprié aux volumes productifs. Egalement, on a ajusté les espaces physiques à la possible implémentation d'un système de FiFo en pneus en vert dans l'entreprise, après conclure l'expansion.

Ce travail de dissertation présente les avantages directes de son implémentation: produire la moindre perturbation dans la méthode de travail suivi dans actuellement l'entreprise; prédire l'augmentation de l'efficacité du procès productif; potentialiser la croissance technologique programmé par l'entreprise et offrir une bonne relation coût/avantage dans l'investissement nécessaire. Comme appréciation final, on peut conclure que cet étude a eu succès, vu que les solutions présentées on été appréciées par l'Administration de Continental Mabor S.A. et en ce moment sont évaluées par le groupe.

Mots-clés

FiFo, Pneus en vert, Continue Amélioration, Gestion de stock, Wi-Fi RFID, Tag, GTC, Project Route 17/20, Cars de pneus en vert, Shop-floor.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
RESUME.....	IX
ÍNDICE	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE TABELAS	XIX
ACRÓNIMOS.....	XXI
1. INTRODUÇÃO.....	23
1.1 ENQUADRAMENTO.....	23
1.2 OBJETIVOS	24
1.3 METODOLOGIA	24
1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	26
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	29
2.1 CONTINENTAL AG[5].....	30
2.2 CONTINENTAL MABOR S.A [1].....	31
2.3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA CONTINENTAL MABOR S.A.[4]	33
2.4 A DIREÇÃO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL DA CONTINENTAL MABOR S.A.	34
2.5 PRODUTOS [4].....	35
2.6 O PROCESSO DE FABRICO DO PNEU.....	36
2.7 OS CLIENTES	40
2.8 ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSO DE PINTURA E VULCANIZAÇÃO NA CONTINENTAL	41
3. ESTADO DE ARTE.....	43
3.1 <i>LEAN MANUFACTURING</i>	43
3.2 <i>KANBAN</i>	51
3.3 CONTROLO E MONITORIZAÇÃO DE PRODUÇÃO	55
4. ANÁLISE DO PROCESSO ENTRE A CONSTRUÇÃO E A VULCANIZAÇÃO	69
4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO DO PNEU	69
4.2 CONSTRUÇÃO	71
4.3 ANÁLISE DETALHADA DA PINTURA	71
4.4 ANÁLISE DETALHADA DA VULCANIZAÇÃO	75
4.5 LOGÍSTICA INTERNA	77

4.6	SÍNTESE DA ANÁLISE.....	80
5.	PROPOSTAS DE MELHORIA.....	85
5.1	PROPOSTAS DE MELHORIA.....	85
5.2	PROJETO DE EXPANSÃO (ROUTE 17/20)	98
5.3	OBJETIVOS A ATINGIR E RESULTADOS PRELIMINARES	99
6.	CONCLUSÕES.....	101
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
6.2	SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO	103
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	105
	ANEXO A. COMPONENTES DO PNEU.....	108
	ANEXO B. LAYOUT DO SISTEMA PRODUTIVO DA FÁBRICA.....	109
	ANEXO C. ESBOÇO DO LAYOUT PARA ARMAZENAMENTO AUTOMÁTICO NA CMIP	110
	ANEXO D. TIPOLOGIA DE TAGS	111
	ANEXO E. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE TAGS RFID.....	112
	ANEXO F. AEROSCOUT T3 TAG [30].....	113
	ANEXO G. TAG EKAHAU® A4 ASSET.....	115

Índice de Figuras

Figura 1 – Esquema da metodologia com base no modelo <i>Action Research</i> de Susman, 1983 [3].	26
Figura 2 – Visão da Continental Mabor.	29
Figura 3 – Logo Continental.	30
Figura 4 – Mabor.	31
Figura 5 – Continental Mabor.	32
Figura 6 – Estrutura organizacional da Continental Mabor	33
Figura 7 – Componentes integrantes do Pneu.	35
Figura 8 – Principais fases do processo produtivo do pneu.	36
Figura 9 – Misturação.	37
Figura 10 – Linha de mistura de borracha completamente automatizada (cortesia da empresa Zeppelin Systems) [7].	37
Figura 11 – Preparação.	38
Figura 12 – Construção [5].	38
Figura 13 – Vulcanização.	39
Figura 14 – Inspeção Final.	39
Figura 15 – Armazém de produto acabado.	39
Figura 16 – Clientes da CMIP (Continental Mabor, 2012).	40
Figura 17 – Percentagem de vendas por cliente (Continental Mabor, 2012).	40
Figura 18 – Origem do <i>Lean</i> [10]	44
Figura 19 – Estrutura Geral do <i>TPS</i> [12].	45
Figura 20 – Os 7 tipos de desperdícios [15].	46
Figura 21 – Exemplos de <i>Kanban</i> .	52
Figura 22 – Modo de funcionamento do sistema <i>Kanban</i> .	52
Figura 23 – Conceito <i>FiFO</i> .	55
Figura 24 – Código de Barras linear A); Código de Barras bidimensional B).	56
Figura 25 – Exemplo de <i>Smart-card</i> .	57
Figura 26 – <i>Tag</i> ativa.	61
Figura 27 – Componentes dum <i>Tag</i> Passiva [26].	62
Figura 28 – <i>Tag</i> semi-ativa (Via Verde).	62
Figura 29 – Componentes de uma <i>tag</i> semi-ativa.	62
Figura 30 – Sistema Pango.	66
Figura 31 – Diagrama de processo de construção do pneu.	70
Figura 32 – Área de Pintura.	72

Figura 33 – Carros de transporte de Pneus. Vermelho – carros com 20 pneus; Verde – carros com 12 pneus.....	73
Figura 34 – Corredor de abastecimento <i>GTAL</i> obstruído.....	74
Figura 35 – Fluxos área de pintura.	74
Figura 36 – Obstrução da saída do <i>GTAL</i>	75
Figura 37 – Suportes de pneus na vulcanização (A,B,C).....	76
Figura 38 – Posicionamento dos carros em frente à Prensa, forma em Z (imagem da esquerda) e forma em V (imagem da direita).....	76
Figura 39 – Fotografias de parques de carros.....	78
Figura 40 – Layout atual organizado.	79
Figura 41 – Pimespo.	80
Figura 42 – Corredor da vulcanização.	82
Figura 43 – Novo sistema de engate.	86
Figura 44 – Layout proposto para a área de Pintura.	87
Figura 45 – Matrícula de carros (A), <i>Tag</i> (B), Consola para Pimespo (C).....	91
Figura 46 – Modo de funcionamento do <i>Wi-Fi RFID</i> na <i>CMIP</i>	92
Figura 47 – Percurso do carro de pneus em verde desde da Pintura à Vulcanização.	93
Figura 48 – Sequência do pedido do Transportador.	95
Figura 49 – Percurso do carro de pneus em verde desde da Vulcanização à Pintura.	96
Figura 50 – <i>Layout</i> proposto para organização de carros e nova área de Pintura.	99
Figura 51 – Armazém automático de carros de pneus em verde utilizado numa fábrica do grupo Continental [5].	104

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Áreas de negócio do grupo Continental.	31
Tabela 2 – Síntese de problemas existentes no processo produtivo em estudo.	84
Tabela 3 – Prioridades do Sistema de FiFO	94
Tabela 4 – Tipologia de <i>tags RFID</i> [24].	111

Acrónimos

AIDC	–	Automatic Identification and Data Capture
CMIP	–	Continental Mabor – Indústria de Pneus
DEI	–	Departamento de Engenharia Industrial
FIFO	–	First In First Out
GTAL	–	Green Tire Automatic Loader
GTC	–	Green Tire Conveyor
JIT	–	Just-in-Time
RFID	–	Radio Frequency IDentication
SFI	–	Shop Floor Integration
TAP	–	Transportador Aéreo de Paletes
TPS	–	Toyota Production System
Wi-Fi	–	<i>Wireless Fidelity</i> (Rede sem fios)
Wi-Fi RFID	–	Radio Frequency IDentication que utiliza a rede sem fios (Wi-Fi)
WIP	–	Work-in-Process
OEM	–	Original Equipment Manufacturer
MS	–	Mercado Substituição
SMED	–	Single-Minute Exchange of Die

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo faz-se uma pequena introdução ao tema do trabalho e apresenta-se o enquadramento do presente trabalho, referindo a empresa onde foi realizado.

1.1 ENQUADRAMENTO

No âmbito do último ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores – Sistemas e Planeamento Industrial, a cada aluno compete a missão de realizar uma dissertação.

A presente dissertação foi realizada em ambiente industrial, mais concretamente, na empresa Continental Mabor S.A. Esta localiza-se em Vila Nova de Famalicão e é especializada na produção de pneus, tanto para *OEM (Original Equipment Manufacturer)* como para MS (Mercado Substituição).

A Continental Mabor segue os mesmos princípios de base da empresa-mãe, a Continental AG, sediada em Hanover, cujo foco principal é a “Criação de Riqueza” [1]. Esta é obtida através de programas de melhoria contínua e de uma gestão orientada para um crescimento rentável e sustentável.

Nesta perspectiva, surgiu este projeto – Análise e Melhoria de Pintura e Vulcanização na Continental – desenvolvido na Direção de Engenharia Industrial da Continental Mabor – Indústria de pneus S.A. – visando o aumento da produtividade da empresa, pela melhoria da eficiência do processo de vulcanização [1].

1.2 OBJETIVOS

O principal objetivo desta dissertação é otimizar a gestão dos parques de carros de pneus em verde¹, entre o processo de Pintura e Vulcanização.

No que diz respeito aos objetivos principais pretende-se com este projeto cumprir:

- Implementação de um Sistema de *FiFo* (*First in First out*), no fluxo carros de pneus em verde;
- Melhoria da organização da área de Pintura e Vulcanização;
- Melhoria na logística interna dos pneus em verde;
- Implementação de mecanismos de controlo e monitorização dos inventários em curso.

1.3 METODOLOGIA

Para a realização deste estudo foi necessário fazer uma análise de cada processo, iniciando na construção, passando pela pintura, área de armazenagem dos carros de transporte de pneus em verde, transporte até à vulcanização pelos transportadores, terminando no processo de vulcanização.

Na construção, foi efetuada uma análise e quantificação de carros em utilização. Posteriormente, realizou-se um registo de *stocks*² de pneus no sistema de transporte por tapetes rolantes GTC (*Green Tire Conveyor*).

Após a análise da fase de construção, foi efetuado o estudo e análise do processo de pintura, durante o qual foram identificados alguns problemas existentes. Ainda durante a mesma, houve a interação e colaboração com a equipa de trabalho ligada ao processo, desde supervisores, coordenadores, operadores e transportadores do processo. Assim sendo, considerou-se que a metodologia de investigação mais adequada a este estudo seria a *Action Research* [2].

¹ *Pneu em verde*- Pneu antes de ser vulcanizado (“cozido”)

² *Stock* - Estimativa de inventário

Segundo O'Brien (1998), esta metodologia, vai ao encontro do lema “aprender fazendo”, em que um grupo de pessoas identifica um problema, planeia ações para o resolver, mede os resultados alcançados e por fim, se estes últimos não forem satisfatórios, tenta um novo plano de ações (ver Figura 1).

Relativamente ao estacionamento de carros de pneus em verde, foi realizado um levantamento do número de carros e de lugares de parque possíveis, com o objetivo de avaliar a implementação de um sistema de *FiFo* no futuro próximo. Após este levantamento, foram analisadas e elaboradas propostas de *layouts* para a nova área de estacionamento e Pintura, que se encontra em fase de expansão.

Simultaneamente foi realizado um levantamento do processo de logística interna de transporte de pneus em verde, o que inclui a listagem das tarefas a executar pelos transportadores.

E, por fim, observou-se o método de trabalho dos vulcanizadores, identificando dificuldades sentidas pelos mesmos. Sendo que, por vezes, estes criavam dificuldades no fluxo dos transportadores. Igualmente, foi realizado um levantamento do número de pneus presentes nos carregadores e suportes das prensas, assim como a inventariação do *stock* de pneus e número de carros em frente às prensas.

Depois de recolhidos e analisados os dados, tiraram-se conclusões e, com base nas mesmas, elaboraram-se propostas de melhoria abordando as diferentes fases pelas quais o pneu passa: começando pela Construção, passando pela Pintura, pela área de armazenagem dos pneus em verde, pelo transporte até à vulcanização. Com vista a melhorar a eficiência e produtividade, e tendo também como objetivo causar o menor impacto no atual método de trabalho dos operadores.

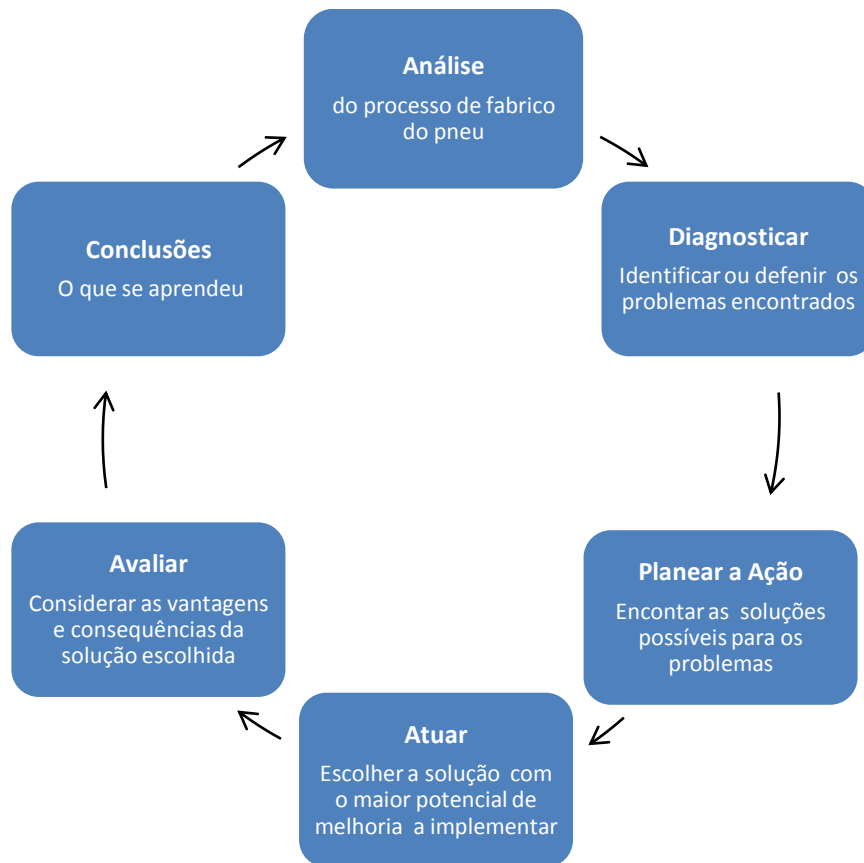


Figura 1 – Esquema da metodologia com base no modelo *Action Research* de Susman, 1983 [3].

1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente relatório encontra-se estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1 – Dedicar-se à introdução, apresentando o enquadramento ao trabalho e descrevendo os seus objetivos e metodologia.

Capítulo 2 - É feita uma introdução à empresa e ao departamento onde decorreu o projeto. É feita, também, uma descrição do problema do qual resulta este projeto.

Capítulo 3 - Este capítulo tem como objetivo efetuar uma revisão da literatura sobre mecanismos de gestão que melhor se perfilam para este estudo.

Capítulo 4 – Neste capítulo é efetuada a descrição de todo o processo produtivo de um pneu, desde a construção até à vulcanização.

Capítulo 5 – Neste capítulo, apresentam-se propostas de melhoria desenvolvidas, uma das quais a implementação de *FiFo*.

Capítulo 6 - Apresentação das conclusões do estudo.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A indústria automóvel é um dos sectores mais exigentes do mercado. Essa exigência leva a que as empresas envolvidas se esforcem por estar na linha da frente, procurando aumentar a produtividade, mas com qualidade e indo ao encontro das exigências, cada vez maiores, do cliente.

A Visão da Continental Mabor – Indústria de Pneus S.A (CMIP) é ser líder (Figura 2), a sua Política assenta nos Princípios de Base do Grupo, cujo foco principal é a “Criação de Riqueza” [4]. Esta é obtida através de programas de melhoria contínua e de uma gestão orientada para um crescimento rentável e sustentado.

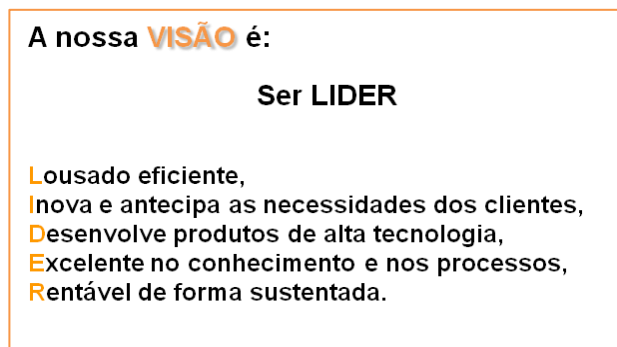


Figura 2 – Visão da Continental Mabor.

2.1 CONTINENTAL AG[5]

O grupo Continental AG, foi fundado em Hannover (Alemanha) em outubro de 1871. Na sua origem a produção passava por artefatos de borracha flexível e pneus maciços para carruagens e bicicletas.

Em 1898, iniciou-se a produção de pneus lisos (sem desenho) para automóveis. A partir de então, o grupo tem acompanhado a evolução da indústria automóvel com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamentos para a melhoria de pneumáticos. O prestígio do grupo ultrapassa as fronteiras da Alemanha e os pneus Continental passam a equipar os carros vencedores das diversas competições automóveis. Como consequência, começa a dar-se um crescimento exponencial na procura dos produtos Continental.

Em 2007, a Continental dá mais um grande passo ao adquirir a Siemens VDO Automotive AG e posiciona-se entre os cinco maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel e, ao mesmo tempo, afirma a sua posição na Europa, América do Norte e Ásia.

O Grupo Continental é especialista na produção de sistemas de travagem, controlos dinâmicos para viaturas, tecnologias de transmissão de potência, sistemas eletrónicos e sensores. Em adição às operações ligadas ao sector automóvel, o grupo produz também maquinaria para a indústria mineira, de mobiliário e impressão.

A Continental AG, pertencente ao *top-five* dos fornecedores da indústria automóvel, está dividida no Automotive Group e no Rubber Group, sendo estes constituídos por seis divisões: Chassis e Segurança, “Powertrain”, Interiores, Pneus para Viaturas de Passageiros e Pneus Pesados, Comerciais Ligeiros e ContiTech. O grupo conta com cerca de 164 000 colaboradores, distribuídos por quarenta e seis países.

Com vendas de 30.5 biliões de euros no ano 2011 [6], no Grupo Continental distinguem-se as divisões de Interior, Chassis e Segurança e Pneus de Passageiros e Comerciais Ligeiros, com vendas superiores a 20% do total do grupo.



Figura 3 – Logo Continental.

Continental Corporation					
Automotive Group			Rubber Group		
Chassis & Safety	Powertrain	Interior	Passenger and Light Truck Tires	Commercial Vehicle Tires	ContiTech
<ul style="list-style-type: none"> ▷ Sistemas de travagem electrónica ▷ Sistemas de travagem hidráulica ▷ Sensores ▷ Segurança passiva & ADAS (Sistemas de assistência avançada ao condutor) ▷ Componentes de Chassis 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ Sistemas Gasolina ▷ Sistemas Diesel ▷ Transmissão ▷ Electrónica ▷ Sensores ▷ "Motor Drives" e Fornecimento de combustível ▷ Drives de Híbridos Eléctricos ▷ "Turbocharger" 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ Habitáculo & Segurança ▷ Comunicação ▷ Veículos Comerciais & Pós-Venda ▷ Instrumentação & Displays ▷ Módulos Interiores ▷ Multimédia 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ Equipamento de Origem ▷ Mercado de Substituição Europa ▷ Mercado de Substituição Américas ▷ Mercado de Substituição Ásia ▷ Pneus para veículos duas rodas 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ Pneus Pesados Europa ▷ Pneus Pesados Américas ▷ Pneus Pesados Ásia ▷ Pneus Industriais 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ Sistemas de Ventilação ▷ Benecke-Kalko Group ▷ Sistemas de correias ▷ Elastomero ▷ Revestimento

Tabela 1 – Áreas de negócio do grupo Continental.

2.2 CONTINENTAL MABOR S.A [1].

A Continental Mabor nasceu em dezembro de 1989, como empresa ligada à indústria de pneus. O seu nome provém da união de duas empresas de renome na manufatura da borracha, a Mabor, a nível nacional, e a Continental AG., de dimensão mundial.

A Mabor – Manufatura Nacional de Borracha, S.A., foi a primeira fábrica de pneumáticos de Portugal. Iniciou a sua laboração em 1946, com assistência técnica prestada pela General Tire, Cº, de Ohio (E.U.A.).



Figura 4 – Mabor.

Em julho de 1990, iniciou-se o grande programa de reestruturação que transformou as antigas instalações da Mabor na mais moderna das, então, vinte e uma unidades da Continental (Figura 4).

Partindo de uma produção média diária de 5.000 pneus/dia em 1990, foram atingidos os 21.000 pneus/dia em 1996, ou seja, a produção quadruplicou. Atualmente, a Mabor tem uma capacidade de produção média de 51.000 pneus/dia, apresentando-se, assim, como uma das fábricas da Continental com melhores índices de produtividade. Com o término da expansão que decorre neste momento, a Continental Mabor deverá ter uma capacidade instalada de cerca de 60.000 pneus/dia.

Produzindo, inicialmente, apenas pneus da marca Mabor, a gama da Empresa é, atualmente, muito variada em medidas, tipos e marcas. A Continental Mabor inclui no seu variado portfólio, por exemplo, pneus destinados a *SUV's (Sport Utility Vehicles)*, pneus *UHP (Ultra High Performance)* ou pneus “*Spare*”, vulgarmente conhecidos por pneus suplentes.

Mais de 98% da produção destina-se à exportação. Desse modo, o designado “mercado de substituição” (M.S.) absorve mais de metade da produção anual da Continental Mabor. A parte restante é distribuída pelas linhas de montagem dos mais prestigiados construtores da indústria automóvel.

A Continental Mabor é a maior e mais lucrativa fábrica, com um volume de negócios de 744,5 milhões euros em 2011, das cinco pertencentes ao grupo Continental AG implementadas em Portugal. Atualmente, tem uma superfície total de 122.501m² e uma superfície coberta total de cerca de 103.309m². Neste momento, está numa fase de expansão, Projeto Route 17/20, sendo que, aquando concluído, a empresa terá uma superfície total de 236.492m² e uma superfície coberta de 107.848m².



Figura 5 – Continental Mabor.

A empresa funciona com cinco turnos e cinco equipas: três turnos à semana, com as equipas A, B e C; e dois ao fim de semana, com as equipas D e E (com rotatividade semanal entre si). Assim, pode verificar-se que a empresa labuta durante toda a semana e 24h por dia, contando com a colaboração de aproximadamente 1.650 colaboradores, distribuídos pelos diversos turnos e pelas diversas equipas.

2.3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA CONTINENTAL MABOR S.A.[4]

A estrutura da Continental Mabor caracteriza-se pelo menor número de interfaces e mais plana possível, de modo a que a comunicação seja eficiente e célere. Na figura 6, pode-se observar a estrutura organizativa existente na empresa.

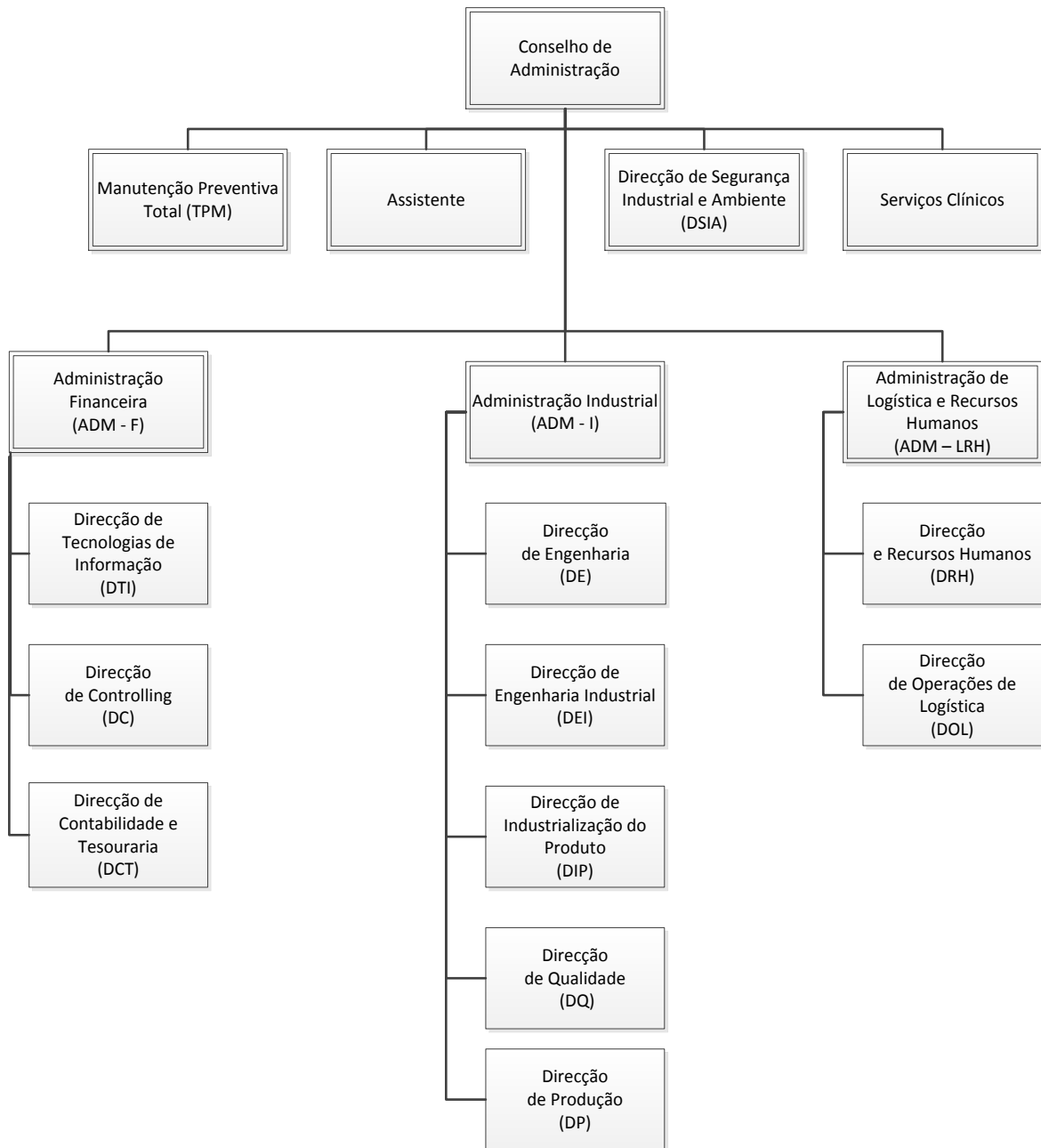


Figura 6 – Estrutura organizacional da Continental Mabor .

2.4 A DIREÇÃO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL DA CONTINENTAL MABOR S.A.

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito da Direção de Engenharia Industrial. Esta conta atualmente com onze colaboradores a tempo inteiro.

De seguida são enumeradas, muito sucintamente, as principais atividades/responsabilidades da Direção de Engenharia Industrial:

- 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 Recursos Humanos (manning) 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;
- Sistemas de sugestões;
- Limpeza Fabril.

Enquadrado no âmbito da Engenharia Industrial, foi da responsabilidade do autor deste trabalho de dissertação, como colaborador, a definição do *layout* fabril, a execução de estudos sobre os processos produtivos, a participação em projetos de melhoria com outras áreas e o auxílio no desenvolvimento e implementação do sistema de gestão de sugestões.

2.5 PRODUTOS [4]

O pneu é o produto final da CMIP, variando este de tamanho (jante 14 até jante 20) e marca. Apesar de ter marca própria, marca Continental, a CMIP não se limita a produzir pneus Continental, produzindo também pneus de outras marcas como a Mabor, a Barum, a Semperit, a Uniroyal, Gislaved, entre outras.

O pneu é constituído por diferentes elementos, variando consoante as características que se pretendem fornecer ao mesmo. Posteriormente, será apresentada uma breve descrição de alguns componentes inseridos na produção de um pneu.

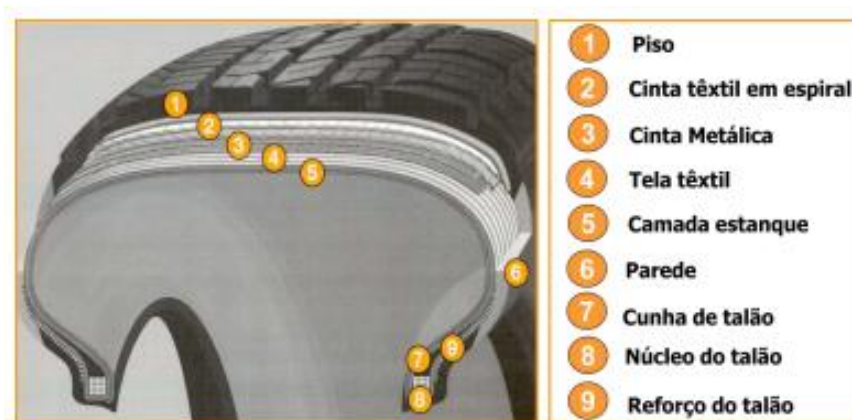


Figura 7 – Componentes integrantes do Pneu.

Como ilustrado na Figura 7 pode-se verificar que um pneu é constituído por nove componentes: o piso, as cintas têxtil e metálica, a camada estanque, a parede, a cunha de talão, o núcleo do talão e o reforço do talão. O piso é a parte do pneu que está em contacto direto com o solo, este deriva de um perfil grosso extrudido. As cintas têxteis e metálicas correspondem a uma camada de borracha com fios impregnados (têxteis e metálicos respetivamente). Enquanto a cinta têxtil tem como objetivo impossibilitar a expansão (proveniente das altas velocidades a que os pneus são sujeitos), as cintas metálicas contribuem para a estabilidade necessária para manter a pressão interna do pneu de modo a suportar a carga e impactos laterais.

A tela têxtil é responsável pelo reforço estrutural do pneu, sendo esta produzida através da impregnação de uma camada têxtil entre duas camadas de borracha. A camada estanque consiste numa camada de borracha extrudida com baixa permeabilidade ao ar, de modo a evitar a fuga do ar interior do pneu, funcionando como uma câmara-de-ar nos pneus. Em

relação às paredes, estas consistem em perfis de uma mistura de borrachas extrudada, para dar uma maior resistência à abrasão da parte lateral do pneu. É nesta parte que será realizada a identificação e gravação do pneu (*Lettering*).

Os talões são a parte do pneu que está em contacto com a jante. Estes fornecem a força e estabilidade direcional necessárias para um melhor conforto e precisão na condução. Os talões são constituídos por fios de arame de alta resistência revestidos de um composto à base de borracha.

Para uma melhor compreensão destes componentes, mais informações são apresentados no Anexo A para uma melhor perceção da sua constituição e suas funções na performance de um pneu.

2.6 O PROCESSO DE FABRICO DO PNEU

O processo de fabrico do pneu, na Continental Mabor, está dividido em cinco fases essenciais, asseguradas por cinco departamentos, que constituem as grandes etapas para a realização do produto. Aos quais são acrescentados dois armazéns, o de matérias-primas e o de produto acabado (Ver anexo B).

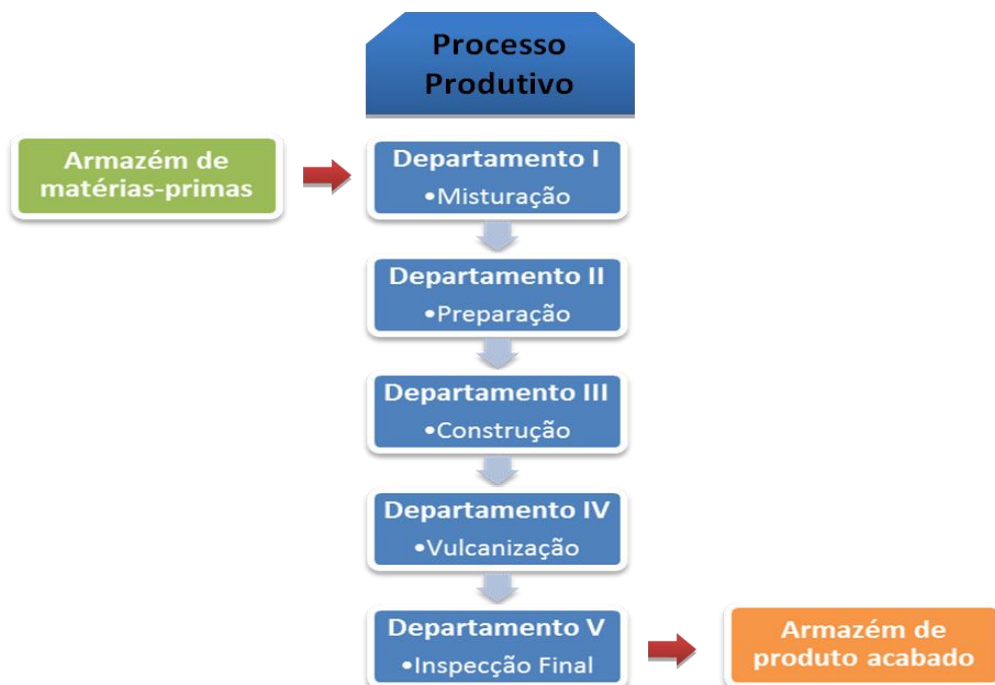


Figura 8 – Principais fases do processo produtivo do pneu.

2.6.1 ARMAZÉM DE MATÉRIAS-PRIMAS

É neste armazém que tudo se inicia. Neste local é realizada a receção e armazenagem de todas as matérias-primas utilizadas pela CMIP. As matérias-primas rececionadas são: negro de fumo, sílica, óleo mineral, borracha (natural e sintética), pigmentos, arame, tecido têxtil e corda metálica.

Todos estes materiais são submetidos a processos de controlo de qualidade, com vista a garantir que se encontram conforme os requisitos e as especificações de qualidade necessários. Somente após aprovação é que estes materiais transitam para o processo produtivo.

2.6.2 DEPARTAMENTO I - MISTURAÇÃO

Neste departamento dá-se início ao processo produtivo, o primeiro passo está reservado à pesagem e medição das matérias-primas especificadas, de acordo com as propriedades pretendidas para o composto em produção. Após a pesagem, os compostos são misturados (borracha natural, borracha sintética, pigmentos, óleo mineral, sílica, negro de fumo, entre outros) para que, após a passagem pelos misturadores – *masters* (misturadoras para produção de borracha intermédia) e “ *finais*” (misturadoras para produção de borracha final) – a borracha esteja homogénea e possa passar para a fase seguinte.



Figura 9 – Misturação.

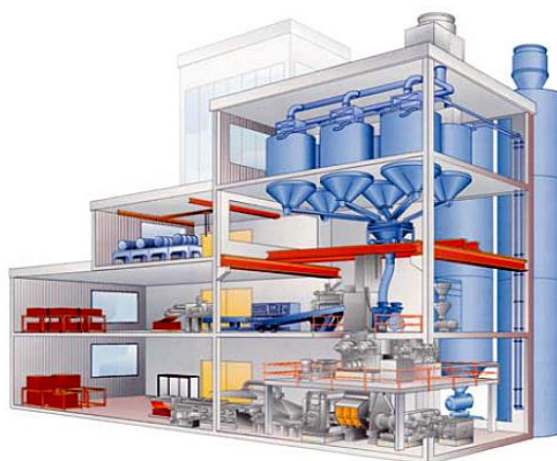


Figura 10 – Linha de mistura de borracha completamente automatizada (cortesia da empresa Zeppelin Systems) [7].

2.6.3 DEPARTAMENTO II - PREPARAÇÃO



Figura 11 – Preparação.

No departamento II, são produzidos os talões e as cunhas, bem como os pisos, as telas têxteis e metálicas, os reforços e as paredes do pneu, ou seja, todos os compostos necessários para a montagem do mesmo. As extrusoras, as calandras e as máquinas de corte são responsáveis pela preparação destes materiais, que seguem depois em diferentes tipos de carros de transporte para a área de construção.

2.6.4 DEPARTAMENTO III - CONSTRUÇÃO

Este departamento é responsável pela montagem de todos os produtos manufacturados nas etapas anteriores, nos chamados módulos de construção. Cada módulo está dividido em duas máquinas: a KM e a PU. Na KM é construída a carcaça do pneu que, de seguida, passará para a PU, onde serão acopladas à carcaça, as telas metálicas, as cintas têxteis, os *breakers* e o piso. O final deste processo resulta no pneu “em cru” ou pneu “em verde”.



Figura 12 – Construção [5].

2.6.5 DEPARTAMENTO IV - VULCANIZAÇÃO

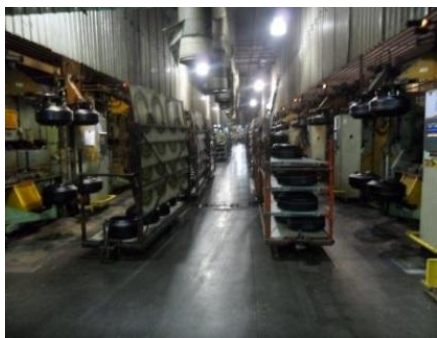


Figura 13 – Vulcanização.

Finalizado o processo de construção, os pneus em verde deixam os módulos de construção através de transportadores de tela automáticos, ou *Green Tyre Conveyors (GTC)*, e são levados às cabines de pintura para serem lubrificadas interiormente. Estas cabines aplicam um lubrificante no interior do pneu que servirá para alongar a vida de um dos componentes das

prensas de vulcanização (diafragmas) e permitir uma melhor desmoldagem do mesmo. Os lotes de pneus pintados são depois levados em carros para as prensas, onde o pneu é submetido a um ciclo de vulcanização a 165°C, a uma alta pressão (16Bar) e onde os moldes conferem o aspecto final ao pneu.

2.6.6 DEPARTAMENTO V - INSPEÇÃO FINAL

Depois de vulcanizados, os pneus seguem através de transportadores automáticos para a Inspeção Final, onde são feitas as verificações visuais e ensaios necessários para garantir todos os requisitos de qualidade do pneu. Após as mesmas, os pneus seguem para o armazém de produto acabado em paletes metálicas através de um transportador (TAP).

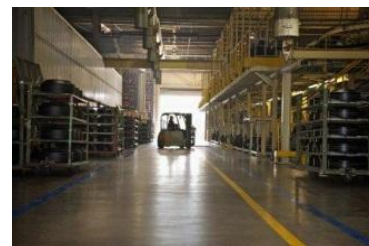


Figura 14 – Inspeção Final.

2.6.7 ARMAZÉM DE PRODUTO ACABADO

Findo todo o processo de fabrico, os pneus são depositados, consoante as suas características no armazém de produto acabado, onde permanecerão até serem expedidos em camiões para os respetivos clientes.



Figura 15 – Armazém de produto acabado.

2.7 OS CLIENTES

Os clientes da CMIP podem ser divididos em dois grupos, mercado de origem (OE) e o mercado de substituição (MS). No mercado de substituição, tal como o nome indica, os pneus são vendidos para substituir os pneus gastos dos carros usados (clientes finais dos carros). Por outro lado, a produção de pneus, para clientes de mercado de origem, significa que estes têm como destino carros em construção, ou seja, estão destinados às linhas de produção de carros. A Figura 16 apresenta as principais marcas de automóveis para as quais a Continental é fornecedora.



Figura 16 – Clientes da CMIP (Continental Mabor, 2012).

Estes clientes representam quotas diferentes das vendas da empresa. Na figura 17 é possível verificar a quota de vendas de pneus vendidos em 2011 pela CMIP.

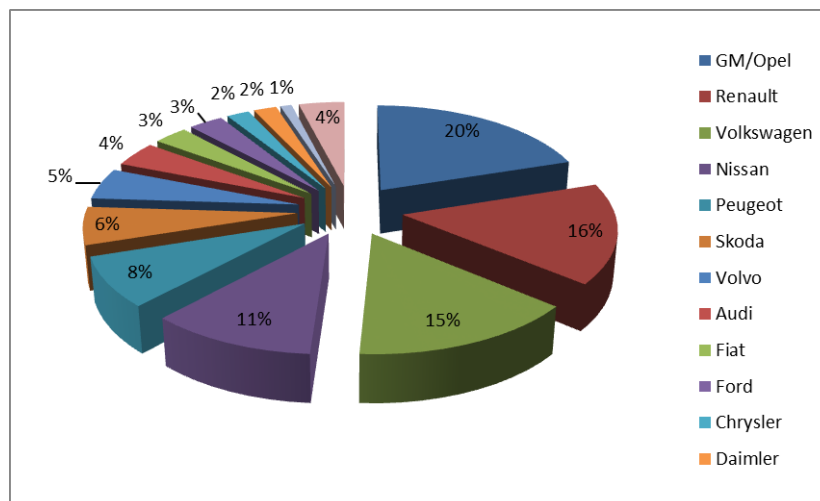


Figura 17 – Percentagem de vendas por cliente (Continental Mabor, 2012).

Como se pode verificar, as marcas com maior peso nas vendas da CMIP são a General Motors, a Renault e a Volkswagen, que juntas representam 51% do total de vendas da CMIP.

2.8 ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSO DE PINTURA E VULCANIZAÇÃO NA CONTINENTAL

Com o objetivo de melhorar a eficiência do abastecimento de vulcanização através do estudo e com vista a uma melhoria de toda a logística interna dos pneus em verde, surgiu o presente projeto na Continental Mabor. Deste modo, foi efetuada uma análise inicial em todas as áreas, desde o processo construtivo do pneu até à fase de vulcanização, passando pelos parques de carros de pneus em verde e pelos tipos de transporte entre processos.

Este projeto surgiu devido à necessidade de resolver certos problemas como:

- A pouco eficiente alimentação do processo de vulcanização;
- A falta de espaço para o estacionamento dos carros com pneus em verde;
- Inexistência de *FiFo (First in First out)* na logística interna entre a construção e vulcanização;
- A falta de organização do parque “em curso”, o qual serve de *buffer*³ entre o processo de pintura e o de vulcanização.

³ Buffer – Parque temporário de carros

3. ESTADO DE ARTE

Este capítulo tem como objetivo apresentar a revisão de literatura sobre os mecanismos de gestão e metodologias que foram seguidos no presente estudo. Além disso, expõe as soluções tecnológicas que atualmente o mercado oferece para desenho e construção de soluções integradas de logística interna e o controlo e monitorização de fluxos produtivos.

Dado que o trabalho seguiu uma abordagem suportada nas ferramentas e práticas, neste capítulo é apresentada a filosofia indicando a origem, o âmbito e os objetivos por detrás da sua aplicação.

3.1 *LEAN MANUFACTURING*

A expressão *lean manufacturing* não é mais do que a designação ocidental do chamado *Toyota Production System* (TPS) [8]. Este baseia-se numa filosofia de gestão focada na redução dos sete tipos de desperdícios (superprodução, tempo de espera, transporte, sobre-processamento, inventário, movimento e defeitos). A eliminação desses desperdícios melhora a qualidade e diminui o tempo e custo de produção. As ferramentas *lean* incluem processos contínuos de análise (*kaizen*), produção *pull* (no sentido de *kanban*) e elementos/processos à prova de falhas (*Poka-Yoke*).

3.1.1 ORIGENS DO *LEAN*

O sistema *lean manufacturing* surgiu no Japão, mais precisamente na fábrica de automóveis Toyota, após a Segunda Guerra Mundial, tendo como pioneiros Eiji Toyoda (1912-) e Taiichi Ohno (1912-1990) [9], contando, posteriormente, com o contributo de Shigeo Shingo (1908-1990).



Figura 18 – Origem do *Lean* [10]

Face às crescentes exigências impostas pelo mercado, a multinacional produtora de automóveis Toyota teve a necessidade de desenvolver uma nova filosofia de produção, com vista a ultrapassar a concorrência em termos de produtividade, qualidade, fiabilidade, vendas e quota de mercado. Esta filosofia é designada como *Toyota Productive System (TPS)*.

3.1.2 *TPS*

O *TPS* tem como objetivo, a melhoria contínua dos processos e a eliminação de desperdícios, otimizando o uso de recursos [11]. O *TPS* é frequentemente representado na forma de um edifício, uma vez que um edifício é considerado um sistema estruturado, sendo apenas robusto se o telhado, os pilares e os alicerces forem resistentes. (ver Figura 19). Este edifício encerra em si várias divisões que, apesar de terem funções bem determinadas, estão internamente ligadas. Este sistema sustenta-se sobre dois pilares: a filosofia *Just-in-Time (JIT)*, que permite ter os componentes certos, na quantidade exata e no momento oportuno. O outro pilar, *Jidoka*, também designado por *Automation*, consiste

em não permitir que um produto ou serviço defeituoso passe para o processo seguinte, sem que se conheça a origem do problema.

Para que toda a organização possa tirar partido deste sistema, será necessário que o mesmo seja estável e equilibrado, recorrendo assim à gestão visual, à produção nivelada e a processos normalizados. No centro do sistema encontram-se as pessoas e a importância do trabalho de equipa, assim como a redução de desperdícios. Na base estão vários elementos fundamentais, tais como a necessidade de estabilizar e padronizar todos os processos, gestão visual e também o nivelamento da produção (*heijunka*) a nível de volume e variedade de produtos. Um planeamento nivelado é essencial para manter o processo estável e permitir que os *stocks* se mantenham baixos.



Figura 19 – Estrutura Geral do TPS [12].

Dos métodos e ferramentas de melhoria contínua que tornam o *TPS* famoso na indústria destacam-se o *JIT*, o *Kaizen*, o fluxo contínuo, o *Jidoka* e *Heijunka*. Estas técnicas ajudaram a desenvolver a revolução *Lean Manufacturing*.

3.1.2.1 DESPERDÍCIOS

Durante o desenvolvimento do *TPS*, Taiichi Ohno identificou sete fontes de desperdício, nomeadamente o excesso de produção, a espera, o transporte de material, o sobre processamento, o inventário, a movimentação de operadores e os defeitos.

Segundo a filosofia *Lean Manufacturing*, desperdício é qualquer atividade, que utiliza recursos, mas não acrescenta valor ao produto, do ponto de vista do cliente [13][14]. A

designação de valor corresponde às características dos produtos ou serviços que satisfazem as necessidades e expectativas dos clientes [11]. Durante o desenvolvimento do *TPS*, Taiichi Ohno identificou sete tipos de desperdício que a seguir serão descritos.

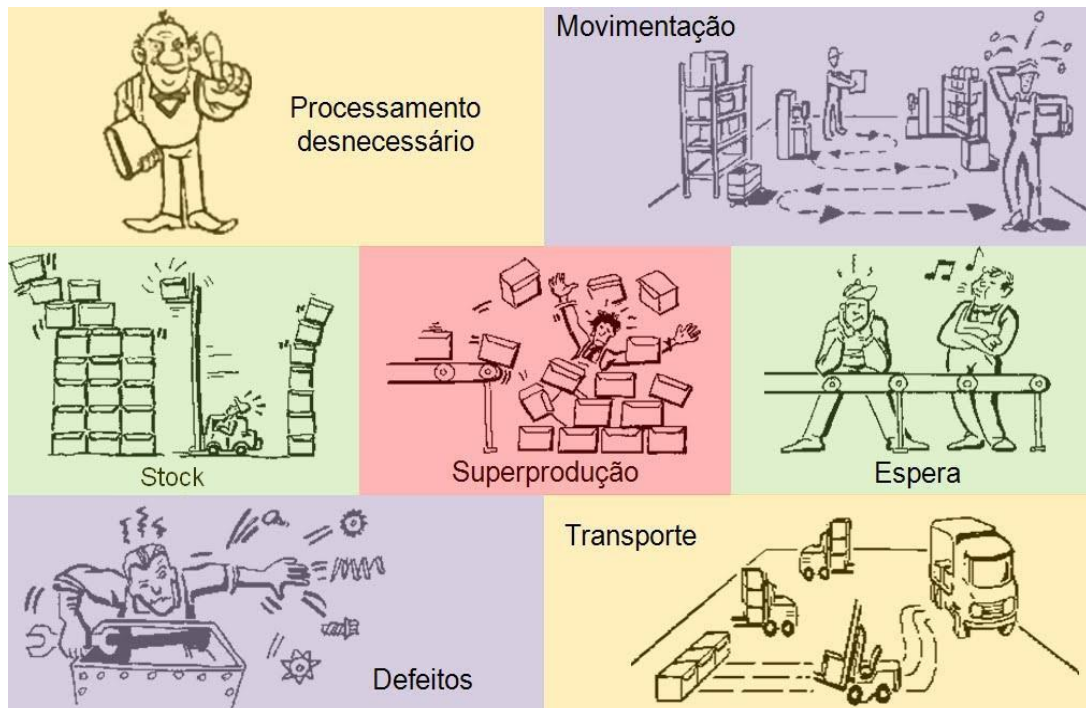


Figura 20 – Os 7 tipos de desperdícios [15].

3.1.2.1.1 EXCESSO DE PRODUÇÃO

É o desperdício mais comum num ambiente industrial e também é considerado o maior desperdício, pois apresenta como consequências o consumo desnecessário de matérias-primas, ocupação dos meios de produção e excesso de inventário. Significa produzir mais quantidade que a necessária, ou produzir antes do momento em que os artigos são necessários.

3.1.2.1.2 ESPERA

Ocorre quando os processos não estão sincronizados, correspondendo a períodos de paragem de pessoas e/ou equipamentos por falta de materiais, ferramentas e/ou informação.

3.1.2.1.3 TRANSPORTE

Layouts desorganizados e pouco eficazes resultam em movimentações desnecessárias de materiais e pessoas, originando custos, consumo de tempo e energia.

3.1.2.1.4 SOBRE PROCESSAMENTO

O processamento em excesso é tão prejudicial como o sub-processamento. Esforços redundantes que não acrescentam valor a um produto ou serviço.

Principais causas:

- Instruções de trabalho pouco claras;
- Requisitos dos clientes não definidos;
- Especificações de qualidade mais rigorosas que o necessário.

3.1.2.1.5 INVENTÁRIO

O inventário está normalmente associado a uma produção em excesso que faz com que seja ocupado espaço no *shop floor*, precisando ainda de mão-de-obra para o movimentar e armazenar, assim como necessidade de sistemas de armazenamento.

Consequências:

- Utilização excessiva de recursos de movimentação (mão-de-obra e equipamentos);
- Ocupação dos meios de armazenamento;
- Produtos fora de especificado;
- Problemas de qualidade.

3.1.2.1.6 MOVIMENTO

Qualquer movimento das pessoas que não contribua para gerar valor acrescentado ao produto ou serviço é desperdício.

Causas:

- Falta de organização de trabalho;
- Incorreta disposição dos equipamentos;
- Práticas de trabalho incorretas.

3.1.2.1.7 DEFEITOS

A produção de peças com defeito leva ao aumento do valor do produto, consumindo tempo de máquina e mão-de-obra, sendo essa peça *scrap*.

Consequências:

- Produtos rejeitados;
- Produtos danificados por transporte ou armazenamento;
- Retrabalho para recuperar produtos;
- Custos elevados;
- Clientes insatisfeitos.

Existem outros autores que defendem um oitavo desperdício, o potencial humano, que afirmam que não usar o potencial individual dos operadores ou colocá-los em posições onde estes não se sintam confortáveis, pode levar a cometer mais erros e tomar decisões que levam ao desperdício.

3.1.3 JUST-IN-TIME

O *JIT* e o *Jidoka* são, como anteriormente se evidenciou, os dois pilares do sistema *TPS*. Ambos os conceitos são muito importantes no seio da filosofia *Lean*, mas a correta compreensão e aplicação do *JIT* numa organização é crucial para se poder considerar uma organização “*Lean*”.

O *JIT* não é uma ferramenta nem um método, é uma filosofia de gestão global que abrange vários conceitos, ferramentas e metodologias. O objetivo é eliminar todas as fontes de desperdício e tudo o que não acrescenta valor à organização. O meio para alcançar tal resultado consiste em produzir o que é necessário para o cliente no momento, na quantidade pretendida, ou seja, não criar *stocks*, (tanto de produtos acabados como de produtos intermédios).

Desse modo, “quando uma organização atingir o estado *Lean*, então poderá dizer-se que funciona verdadeiramente segundo os conceitos *JIT*” [10].

A implementação do *JIT* depende da aplicação de quatro conceitos: fluxo contínuo, sistema *pull*, transições rápidas e *takt time*⁴.

O *JIT* só pode ser implementado depois de:

- O tempo de setup ser reduzido ou eliminado;
- A taxa de defeitos de qualidade ser minimizada;
- A prevenção das avarias dos equipamentos;
- Os prazos de entrega serem mínimos;
- A otimização da dimensão dos lotes;
- A movimentação e transportes serem minimizados.

E, também, só após as organizações garantirem a inexistência dos seguintes problemas:

- Fraca relação com os fornecedores, ou fornecedores pouco fiáveis;
- Problemas e avarias frequentes dos equipamentos;
- *Layouts* desorganizados e pouco eficazes;
- Baixa qualidade;
- *Setups* longos;
- Absentismo e falta de interesse dos colaboradores.

A principal vantagem do *JIT* é a redução de custos, que é conseguida através de:

- Redução de *stocks*: já não é necessário ocupar tanto espaço com o aprovisionamento de recursos e materiais, bem como, a gestão destes;
- Redução de tempo: é possível atingir o mesmo nível de produção em menos tempo e com os mesmos recursos humanos;

⁴ Tempo disponível para a produção em função da necessidade do cliente

- Aumento da qualidade: com a redução de defeitos atinge-se um produto com maior qualidade, reduzindo custos de não-qualidade, *rework*⁵, *scrap*⁶.

A desvantagem deste sistema prende-se com a sua dependência face ao mercado exterior e aos fornecedores. Caso exista um problema com o fornecimento, por exemplo, pode originar a paragem de toda a cadeia de produção, resultando em custos enormes para a organização. Para evitar este problema, é comum as organizações recorrerem a *stocks* de segurança.

Duas das metodologias mais importantes desta filosofia são o sistema *Kanban* e o *SMED* (*Single-Minute Exchange of Die*).

3.1.4 KAIZEN

A metodologia *Kaizen* é um dos principais fundamentos da filosofia *Lean Manufacturing* [16][17]. Esta designação advém da junção de duas palavras Japonesas (*kai* e *zen*), sendo que *kai* significa “mudança” e *zen* significa “para melhor”, originando então a designação de “melhoria contínua” para esta filosofia. Melhoria contínua, como o próprio nome indica, visa a melhoria dos processos de forma progressiva e contínua [8].

Segundo Melton, *Kaizen* visa a realização de atividades com o objetivo de criar mais valor e eliminar desperdícios, isto é, procurar a melhoria contínua dos processos em busca da perfeição. Defende, ainda, que o *Kaizen* deve iniciar-se com uma recolha de dados, seguido de uma análise dos mesmos, posterior criação do projeto e, finalmente, a sua implementação.

É inevitável, quando se está a explorar o *Kaizen*, referenciar-se também o *Lean*. Porém, são conceitos diferentes. O *Lean* pode ser considerado como o fim ou o objetivo a atingir, enquanto o *Kaizen* será a forma ou o caminho para se atingir esse fim, ou seja, todas as ferramentas e metodologias usadas para manter o sistema livre de desperdício.

O sucesso do *Kaizen* advém das pessoas e das suas ações, e conta com todos os colaboradores, desde operários a gestores [18]. As melhorias desenvolvidas através desta

⁵ Termo inglês que significa retrabalho (trabalhar novamente).

⁶ Termo inglês que significa sucata.

metodologia são normalmente um processo lento e incremental, no entanto, os seus resultados ao longo do tempo podem ser grandes e duradouros [19].

3.2 *KANBAN*

Segundo Taiichi Ohno [8], “os dois pilares do sistema de produção da Toyota são o just-in-time e a automação com o toque humano, ou automação. A ferramenta para operar o sistema é Kanban.”[16][17].

O sistema Kanban é uma ferramenta de gestão de produção, que em japonês significa cartão ou registo visível. Foi desenvolvido com a finalidade de um cartão se associar a uma necessidade de entregar uma determinada quantidade de peças, e outro cartão semelhante, para avisar a necessidade de produzir a quantidade requerida das mesmas. Sendo mais um dos conceitos desenvolvidos pela Toyota, este sistema tem como objetivo o balanceamento da produção e a minimização de *stock* e *WIP (Work-In-Progress)*. É uma metodologia utilizada para realizar a programação da produção de acordo com os princípios do *JIT*. O *Kanban* é um método de fabricação orientado para a produção em série. É somente aplicável em sistemas de produção discreta e repetitiva, isto é, aplicável em produtos *standard* e cuja procura seja relativamente estável, sendo o seu processo de produção organizado em fluxo.

Trata-se de um sistema “*pull-flow*” que consiste em “puxar” a produção a partir da procura, sendo o ritmo de produção determinado pelo ritmo de circulação de *Kanbans* que, por sua vez, é determinado pelo ritmo de consumo dos produtos.

É um sistema simples e visual, uma ferramenta utilizada para sinalização interna e externa entre os clientes e fornecedores, transferindo a responsabilidade para os trabalhadores.

Assim, o Kanban não é mais que um cartão retangular de dimensões reduzidas e normalmente plastificado. Num Kanban estão inscritas várias informações que variam de empresa para empresa, havendo informações indispensáveis que se encontram em todos os Kanbans, tais como:

- Identificação do material;
- Identificação de cliente;
- Identificação do fornecedor;
- Quantidade para o fornecedor;

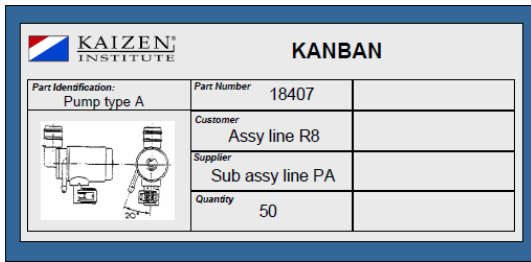


Figura 21 – Exemplos de *Kanban*.

3.2.1 FUNCIONAMENTO DO *KANBAN*:

O *Kanban* funciona como uma “ordem de fabrico” que circula constantemente no fluxo de produção, acompanha o fluxo do produto no sentido de jusante para montante. Quando acompanha o produto resultante de uma encomenda funciona como guia de remessa, quando este se encontra num posto de trabalho funciona como uma encomenda interna. Neste caso, o fluxo de informação tem sentido oposto do fluxo de materiais.

Desta forma, o ritmo de produção é determinado pelo ritmo de circulação dos *Kanbans*. Este, por outro lado, é determinado a partir do ritmo de consumo dos materiais.

No *Kanban* há sobreposição de um fluxo de informação inverso ao fluxo físico dos materiais.

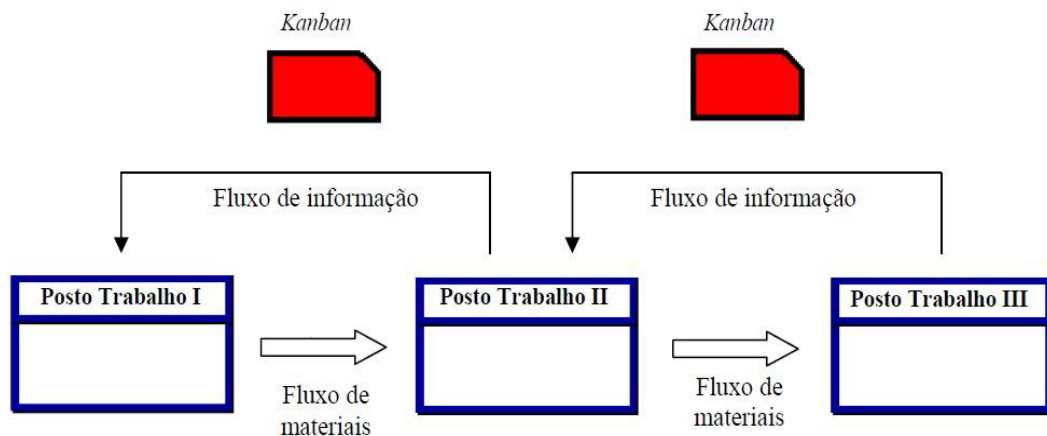


Figura 22 – Modo de funcionamento do sistema *Kanban*.

3.2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS:

Apesar de esta metodologia ser bastante simples a nível de compreensão e de funcionamento, é muito importante que esta seja implementada devidamente para que se verifique o êxito do seu funcionamento.

Este método coloca em evidência a maior parte dos problemas da fábrica e para gerir o fluxo de produção pelo método *Kanban* é necessário uma grande fluidez, visto que este método tem tendência para aumentar os efeitos das perturbações, embora amortecem os *stocks*.

Portanto devem ser observadas algumas condições para que o método funcione, tais como, a necessidade de se ter um bom *layout* da fábrica, planos de contingência para possíveis imprevistos, a necessidade de períodos de tempo curtos para a mudança em série, a necessidade de formação por parte dos recursos humanos para haver uma polivalência das pessoas, a necessidade de serem desenvolvidas relações privilegiadas com os fornecedores e a necessidade de nivelar a procura.

Desta forma, e tendo em atenção todos os aspectos revelados anteriormente, este método permite-nos obter as seguintes vantagens na sua aplicação:

- Obter uma rápida e eficiente circulação de informação, no que respeita aos problemas da fábrica, entre os postos de trabalho;
- Permite expor os problemas da fábrica, quando há perturbações, uma vez que quando estas ocorrem existe o hábito de aumentar o nível de *stocks* para melhorar o débito do fluxo de produtos (devia-se diminuir o nível de *stocks*, o que provoca a exposição das perturbações, sendo assim possível combatê-las eficazmente);
- Permite uma descentralização e simplificação da gestão da fábrica;
- Uma vez que há uma interdependência entre postos de trabalho permite o desenvolvimento da sua coesão;
- Visto que existe uma diminuição dos prazos de entrega, o serviço ao cliente sofre uma melhoria significativa;
- Um dos principais objetivos é a possibilidade de diminuição dos *stocks*, o que gera a libertação de espaços, uma melhor arrumação, uma maior facilidade de gestão de *stocks* e uma reação mais rápida a alterações;
- Permite o melhoramento do ajuste da produção à procura, uma vez que o tempo de reação a uma eventual procura é muito pequeno (pois apenas se produz para dar resposta à procura).

3.2.3 OS PRINCIPAIS OBJETIVOS DO *KANBAN*

Os principais objetivos do *KANBAN* são:

- Regulação interna das variações da procura e o volume de produção dos postos de trabalho, de forma a evitar o aumento dessas variações;
- Regulação das variações de *stock* de fabrico entre postos de trabalho, devido às diferenças de capacidade que possam existir entre estes;
- Produção da quantidade pedida no momento em que é efetuado o pedido;
- Minimização das variações de *stock* de fabrico com o objetivo de melhorar a gestão, isto é, objetivo “zero *stocks*”;
- Descentralização da gestão com objetivo de melhorar o nível de gestão (tendo as chefias um papel de gestão efetiva da produção e dos *stocks* em curso).

3.2.4 OS *KANBANS* SÃO DIVIDIDOS BASICAMENTE EM DOIS GRUPOS:

***KANBANS* DE PRODUÇÃO:** são usados para determinar a fabricação de um item. Devem visivelmente conter nos seus campos:

- O processo que o produz;
- O nome do produto a ser fabricado para identificação por parte do funcionário;
- O código do item a ser feito (para evitar ambiguidades);
- A quantidade de itens que são colocados num único contentor;
- O processo subsequente para o qual o produto deve ser levado. Entretanto, caso haja um *stock* intermediário, pode-se colocar o endereço local de armazenamento.

***Kanbans* de Transporte:** também conhecidos como *kanbans* de movimentação, ou *kanbans* de requisição, são utilizados na movimentação de material entre células de produção distantes entre si, entre o local de produção e o armazém ou qualquer outro caminho pelo qual o produto deverá ser transportado (somente por uma pessoa, designada para essa tarefa). Dessa maneira, os operários mais especializados dedicam mais tempo em atividades de produção e montagem que agregam realmente valor ao produto. De modo

análogo ao modelo anterior, o *kanban* de requisição deve ter a informação necessária para que o produto requerido seja entregue no local certo e na quantidade certa. Geralmente, tais campos são:

- O local de onde o produto deve ser retirado. Pode ser um processo precedente ou um armazém.
- A descrição do produto a ser retirado para identificação por parte do funcionário.
- O código do item a ser feito para evitar ambiguidades.
- A quantidade de itens que são colocados em um único contentor.
- O processo subsequente ou armazém para o qual o produto deve ser levado.

3.2.5 *FIFO* NO *KANBAN*

FIFO é um acrónimo para *First In, First Out* (que em português significa, “o primeiro a entrar é o primeiro a sair”) [17][20], e é relativo a formas de organizar e manipular artigos atendendo ao tempo e à prioridade. Refere-se a estruturas de dados do tipo fila. Em que numa fila do tipo *FIFO* os elementos vão sendo colocados na fila e retirados (ou processados) por ordem de chegada. Em suma, o princípio geral do *FIFO* é que os primeiros artigos que se produzem são os primeiros artigos que se utilizam. Com este método, valoriza-se o inventário ao seu preço mais recente.

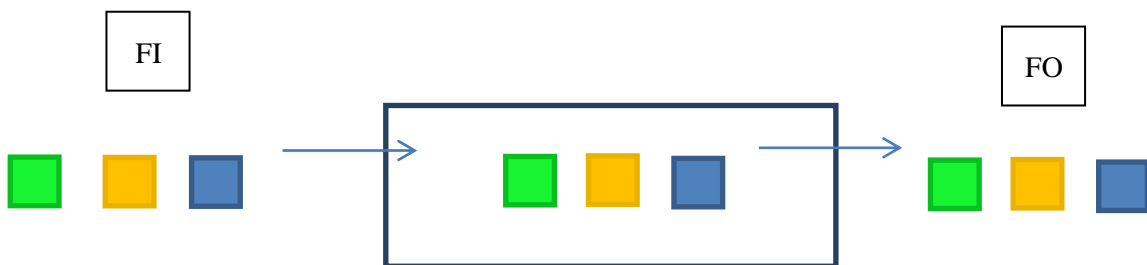


Figura 23 – Conceito *FiFO*.

3.3 CONTROLO E MONITORIZAÇÃO DE PRODUÇÃO

A indústria tem sido muito estimulada para tornar os seus processos mais eficientes. Esta exigência advém da maior competitividade imposta pelas transformações que têm afetado a ordem económica mundial. Por este motivo, têm sido desenvolvidos vários mecanismos para efetuar um melhor controlo e monitorização da manufatura, para que esta seja cada vez mais eficiente e com maior qualidade. De seguida serão expostos alguns dos meios utilizados que vieram ajudar a atingir esses objetivos.

3.3.1 TECNOLOGIAS DE SUPORTE

Tecnologias *Automatic Identification and Data Capture (AIDC)* [20] são métodos que automaticamente identificam objetos, recolhem dados sobre eles, e inserem esses dados diretamente para sistemas computadorizados.

Algumas das tecnologias consideradas como *AIDC* são os códigos de barras, *Radio Frequency Identification (RFID)*, biometria, listra magnética, *Optical Character Recognition (OCR)*, Smart Cards ou o *reconhecimento* por voz. *AIDC* também pode ser designado como "*Automatic Identification*", "*Auto-ID*," e "*Automatic Data Capture*" [20][21].

É o processo ou meio de obtenção e dados externos, através da análise de imagens, sons ou vídeos. Para obter esses dados é aplicado um transdutor que converte a imagem ou som num ficheiro digital. Este ficheiro é, então, armazenado para depois ser posteriormente analisado por um computador, ou então comparado com outros ficheiros numa base de dados para verificar a identidade ou então para providenciar autorização para entrar num sistema protegido. A obtenção de dados pode ser efetuada de muitas formas; porém o melhor método depende da aplicação que lhe é dada.

3.3.2 CÓDIGO BARRAS

O código de barras é uma representação gráfica de dados que podem ser numéricos ou alfanuméricos, conforme o tipo de código de barras utilizado [20]. Atualmente existem duas simbologias de códigos de barras, simbologia linear ou 1D, que usa barras verticais de diferentes larguras e separadas por espaços em branco. A simbologia bidimensional ou 2D usa além de barras, pontos, quadrados e outros símbolos.



Figura 24 – Código de Barras linear A); Código de Barras bidimensional B).

3.3.3 BIOMETRIA

As características biométricas individuais são utilizadas para identificar uma pessoa e conceder/retirar autorizações. As aplicações mais conhecidas desta tecnologia são o relógio de ponto, controlo de acessos e a ativação de serviços, funcionando a característica biométrica selecionada como *password*. As características biométricas individuais mais usadas são a impressão digital, a voz e a íris [20][21].

3.3.4 CONTACTLESS SMART CARDS

É uma tecnologia com algumas semelhanças com o *RFID*, no entanto são distintas no tipo de informação que contêm, nível de segurança que implementam, distância de leitura e áreas de aplicação. Trata-se de cartões plásticos que têm incorporados um microprocessador e uma memória, permitindo implementar mecanismos de segurança para proteger a informação contida ou disponibilizá-la e permitir o acesso às funcionalidades que implementam, após validação [20][21].



Figura 25 – Exemplo de *Smart-card*.

3.3.5 *RFID - RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION*

3.3.5.1 DEFINIÇÃO E HISTÓRIA

Radio Frequency Identification (RFID) é uma tecnologia *AIDC* relativamente recente, com origem aquando da II Guerra Mundial. Nessa era, surge no Reino Unido um dispositivo que é colocado nos aviões dos aliados, para conseguir distinguir os aviões amigos dos inimigos, este dispositivo designava-se por *IFF (Identification Friend or Foe)* [20][22][23].

A verdadeira história do *RFID* surge a 23 de janeiro de 1973, quando o americano Mário Cardullo consegue a patente de um dispositivo activo de *RFID*, com memória regravável. No seu pedido de patente, além da descrição técnica incluía também a sua aplicabilidade nas áreas de transporte, bancário e médico. Esta tecnologia de identificação usada desde dos anos 70 está a ganhar força no mercado sendo já considerada como a tecnologia de computação mais divulgada de sempre [20][22][23].

RFID é o nome genérico atribuído às tecnologias que utilizam as ondas rádio para identificarem automaticamente, e a distâncias consideráveis, objetos, posições ou pessoas através de respostas eletromagnéticas [22][24][25]. Permite, genericamente, gerar uma grande quantidade de dados, facilita o seu armazenamento e permite o envio de informação por meio de ondas eletromagnéticas para circuitos integrados compatíveis em rádio frequência.

3.3.5.2 *RFID* VS CÓDIGO DE BARRAS

O uso de *tags*⁷ de *RFID* em objetos e respetivos leitores para decifrar a informação que estas contêm, representa uma evolução sobre o código de barras em termos de comunicação de dados e sem ser necessária proximidade entre o objeto/leitor, quantidade de informação que pode ser agregada a cada produto e a capacidade de interação de informação.

Tanto o *RFID* como o código de barras são uma ferramenta de suporte para a automatização de processos, de modo a facilitar a gestão de operações e permitir reduções de mão-de-obra sem valor acrescentado e eliminar erros por falha humana.

Os códigos de barras suportam apenas pequenas quantidades de informação estática (tipicamente 20 caracteres), não podendo ser reprogramados, apenas substituídos por novos. Estes são mais suscetíveis de sofrer danos físicos, não sendo aconselhados a ambientes adversos. O seu estado é muito importante uma vez que se danificados ficam ilegíveis, perdendo-se a informação.

As limitações enunciadas no código de barras são inexistentes no *RFID*. O *RFID* possui diferenças significativas face ao código de barras. Ao contrário do código de barras, a *tag* não necessita de estar à vista para poder ser lida, podendo estar embebida e escondida. Podem ser lidos através de madeira, plástico, cartão ou, virtualmente, qualquer material, exceto alguns metais. As *tags* têm melhores comportamentos em ambientes de grande agressividade, tais como, altas temperaturas, químicos, e ambientes húmidos [20][21][23][26].

⁷ Tags – etiquetas inteligentes

3.3.5.3 APLICAÇÃO

A tecnologia *RFID*, atua como base de sistemas de aquisição, identificação e análise de dados em todo o mundo. Esta está a atrair bastante atenção, hoje em dia, tanto de comunidades de investigação como de negócios [27]. Este tipo de tecnologia é mais comumente utilizada na gestão de áreas de consumíveis, logística e construção. Pelas enormes potencialidades apresentadas por esta tecnologia, a sua aplicação nas diversas áreas tem aumentado exponencialmente. Pode-se encontrar a tecnologia *RFID* em inúmeros contextos, como a indústria farmacêutica [20][28], mineira [25], vestuário [20], alimentar [20], aeronáutica [20], comércio [23][24], logística e transporte [23][24], gestão de *stocks*, instrumento para inventário, unidades hospitalares, bibliotecas, museus, desporto [20], agro-pecuária [20][23], chaves eletrónicas (quer para automóveis, quer para edifícios), armazéns [24], indústria automóvel [29], entre outros.

Estes sistemas *wireless* automáticos *AIDC* são eficientes em ambientes de manufatura, onde a tecnologia de código de barras não pode ser aplicada. A seguir vemos como:

3.3.5.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS *RFID*

Como principais vantagens da tecnologia *RFID* destacam-se a possibilidade de conhecer a informação de um produto sem ser necessário o contacto entre o leitor e o mesmo, funcionamento em ambientes adversos e tempo de resposta curto, sendo possível ler, quase instantaneamente, milhares de *tags* em menos de 100ms.

Por outro lado, as desvantagens desta tecnologia são o investimento inicial, eventuais erros de duplicação de dados (*Spoofing*), a possibilidade de ataques informáticos, questões de confidencialidade/proteção de dados, espionagem industrial e limitações de propagação de sinal em ambientes com presença de metais e líquidos.

3.3.5.5 CONSTITUIÇÃO E FUNCIONAMENTO

Um sistema *RFID* é constituído por vários elementos: leitores, *tags*, aplicações de *software* e a criação de programas de segurança para leitores. Podemos dizer que, de uma forma geral, um sistema *RFID* é constituído por dois blocos os identificadores (“*transponders*”, cartões, *tag* = etiqueta = *smart labels*) e leitores eletrónicos (“*readers*” que comunicam com os referidos identificadores via rádio (antenas) [21][22][24][26][28]. Esta comunicação pode ser unidirecional ou bidirecional.

Como já foi referido anteriormente, o uso mais comum dado à *RFID* é a deteção e identificação de objetos, lugares ou pessoas através dum número único de identificação da *tag* [21][23][24].

Este número é armazenado num circuito integrado (CI) que é acoplado a uma pequena antena. O CI, juntamente com a antena, constitui o que se designa de *transponder* ou *Tag* (etiqueta). Esta é acoplada a objetos, locais ou pessoas a serem identificadas. Os leitores geram sinais que podem, por um lado fornecer energia à *tag* para que esta consiga gerar informação e, por outro lado, enviar um sinal de interrogação. A informação da *tag* é armazenada eletronicamente numa memória não-volátil [23][25]. A *tag* fica carregada, ficando ativa com a energia vinda do leitor, e executa os comandos que lhe foram transmitidos pelo leitor [23][24][25]. Igualmente, o leitor, ao comunicar com a *tag*, lê a informação desta e transmite-a para um sistema de informação. Este sistema descodifica a informação e armazena-a na sua base de dados, ou então pesquisa nesta base de dados informações relativamente ao objeto, local ou indivíduo [23][24][25].

A etiqueta inclui uma antena, um transmissor eletrónico, lógica de controlo e alguma forma de armazenagem ou memória volátil. É através da antena que a informação é transmitida para as *tags* e destas é recebida para o sistema de informação. Na maioria das vezes, os leitores transmitem as frequências para a etiqueta e esta responde normalmente com informação codificada e numa frequência diferente. O leitor recebe este sinal, extrai os dados e apresenta-os num formato visual perceptível. Os dados destas *tags* são captados por uma unidade de leitura que os introduz no sistema de informação da empresa. Quando uma etiqueta se aproxima do campo de leitura de uma antena, torna-se ativa e começa a enviar dados. O leitor capta os *bits* que lhe são enviados descodifica-os e envia a informação para o processador principal [24].

3.3.5.5.1 TAG'S

As *tags RFID*, também designadas por *tag* ou *smart label*, são pequenos transmissores que conseguem armazenar uma quantidade considerável de informação [20][24] e têm como finalidade identificar o item no qual foi colocado [21][22]. Podem conter o código eletrónico de um produto, o número de referência do artigo, dados de produção, data de expedição, prazo de validade, informações do fornecedor, entre outros (Atkinson 2004) [24].

Existem vários tipos de *tags* dependendo da sua fonte de alimentação, o seu alcance, o tipo de programação e a sua capacidade [24]. A tipologia mais referenciada é a que diz respeito à sua fonte de alimentação. Neste contexto, podemos encontrar *tags* ativas, semi-passivas (ou semi-ativas), assim como passivas [10][20][22][24][25][26][28].

As ***tags RFID ativas*** são caracterizadas por terem a sua própria fonte de alimentação, geralmente uma bateria [27], que alimenta os seus circuitos integrados e fornece energia para o envio de dados ao leitor. As *tags* ativas não necessitam de um sinal proveniente do leitor para começarem a funcionar, podendo, desta forma, assumir um papel mais independente do leitor [10][22]. Estas fornecem mais possibilidades, realizam tarefas mais complexas [22], têm maior flexibilidade do que as *tags* passivas, conseguem transmitir o sinal a maiores distâncias que as passivas, têm uma capacidade de armazenamento maior e suportam sensores. Com esta capacidade, um único leitor, pode comunicar com muitas *tags*. Estas apresentam ainda a capacidade de poderem ser novamente escritas, lidas ou modificadas [24].

Os principais componentes das *tags* ativas são o *microchip*, a antena, a fonte de alimentação interna e a eletrónica adicional, todos estes componentes fazem com que as *tags* ativas sejam de maior dimensão que as passivas [22].



Figura 26 – Tag ativa.

As ***tags passivas*** não possuem uma fonte de alimentação exterior, têm apenas uma bateria para acionarem a memória. A energia para alimentar a etiqueta é fornecida pelo leitor aquando de uma leitura, tornando a *tag* capaz de ativar os seus circuitos e transmitir os dados armazenados [10][22][24][26]. Devido a estas limitações de energia uma *tag* passiva tem de possuir circuitos internos bastante simples dado que, em princípio, quanto mais elementos tiver, mais energia utilizará. Estas *tags* são muito pequenas, mais baratas e apresentam um ciclo de vida operacional limitado [22][24]. Estas não requerem manutenção, suportam condições mais extremas de funcionamento sem colocar em risco o seu correto funcionamento. No processo de comunicação, será o leitor o primeiro a iniciar a comunicação dado que a *tag* necessita da potência recebida pelo sinal do leitor para começar a funcionar. Deste modo, o leitor está sempre a enviar o seu sinal para o ar de modo a que qualquer *tag* que entre no seu raio de ação lhe responda. O raio de alcance de uma *tag* passiva é, normalmente, inferior ao do raio de uma *tag* ativa. Os principais componentes das *tags* passivas são o seu *microchip* e a antena [22][26].

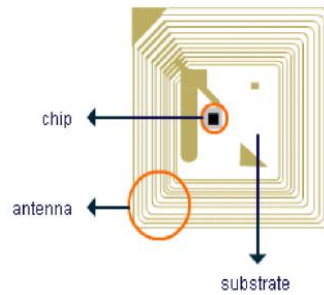


Figura 27 – Componentes duma Tag Passiva [26].

As **tags semi-passivas ou semi-ativas** têm um modo de desempenho que é a combinação das passivas com as ativas [26][22].

Embora possua alimentação interna, esta só serve para alimentar os circuitos internos, e por vezes sensores adicionais acoplados, mas não para criar um sinal de rádio frequência para o leitor. As características da antena e do modo de funcionamento são semelhantes às da tag passiva, uma vez que a comunicação depende de um sinal vindo do leitor. No entanto, pode ter um *microchip* maior e com maior capacidade que uma tag passiva, pois, à semelhança das tags ativas, tem uma alimentação interna. Um dos componentes que poderá ser semelhante à da tag passiva é a antena. O alcance destas tags é um pouco maior que o das tags passivas, no entanto reforça-se a ideia que estas não usam energia interna para reenvio do sinal. Um exemplo de uma tag semi-passiva é o dispositivo da Via Verde [22][26].



Figura 28 – Tag semi-ativa (Via Verde).

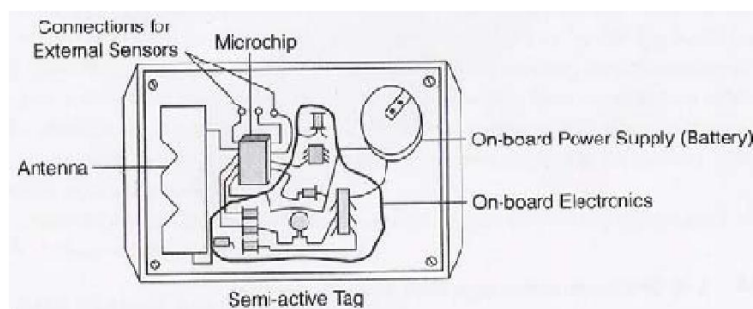


Figura 29 – Componentes de uma tag semi-ativa.

3.3.6 RTLS

No entanto, a partir de 2002 [26] começou a desenvolver-se e a ser adotado no mercado um novo sistema de *tags* de *RFID* que cumpre as normas e protocolos *IEEE* 802.11. Estas *tags* são conhecidas como as *tags Wi-Fi RFID*, que podem ser identificadas e localizadas usando pontos de acesso *Wi-Fi* já existentes. São *tags* ativas que podem ser identificadas individualmente através do seu endereço *MAC*, utilizando pontos de acesso de rede *Wi-Fi*. Não necessitando de leitores adicionais (como no *RFID*), reduzindo nos custos e tempo de instalação, resultando numa solução com um custo/benefício vantajoso para Sistemas de Localização (*LBS*). O *Wi-Fi RFID* tem provas dadas de funcionar bem em redes *wireless indoor*, especialmente nos Sistemas de Localização em Tempo Real (*RTLS*).

3.3.6.1 RTLS Wi-Fi

O uso de sistemas de localização em tempo real (*RTLS*) tem vindo aumentar significativamente à medida que organizações implementam nas indústrias tecnologias de *RFID* Ativas, com base nas redes *Wi-Fi* (*Wi-Fi based RFID*), de forma a melhorar a produtividade e eficiência do negócio.

RTLS são sistemas eletrónicos que têm como função localizar pequenos dispositivos eletrónicos, pessoas ou coisas a qualquer momento. De modo a poder designar *RTLS*, o sistema tem de ter a capacidade de providenciar em tempo real a identificação e localização de pessoas ou artigos quando necessário. Os sistemas *RTLS* podem localizar artigos que não estão diretamente visíveis dentro do edifício. Estes providenciam em tempo real informações a utilizadores autorizados, por meio da intranet da empresa ou por meio dum sistema de rede. Os *RTLS* são capazes de resolver problemas logísticos dispendiosos, apenas ao localizar imediatamente artigos ou pessoas. São úteis em auditorias, análises de consumo e controlo de segurança. Estes gerem um inventário em tempo real de todos os artigos, permitindo assim poupar tempo e dinheiro [10].

A *ISO* (*International Standards Organization*) tem desenvolvido várias normas para a identificação automática e para gestão de itens que utilizam *RFID*.

A norma *ISO* 14443 determina a radio frequência de comunicação para sistemas de pagamento e para cartões de proximidade. Normas similares para sistemas de gestão são definidas pela série de normas *ISO* 18000 [20][25].

Para sistemas de *tags* ativas RFID, protocolos standard de comunicação, tais como, WiFi, ZigBee e comunicações de proximidade estão a ser utilizadas como alternativa aos protocolos locais.

A norma definida para RTLS é descrita a seguir:

3.3.6.2 NORMA RTLS ISO/IEC 24730

ISO/IEC 24730 define a interface de dois protocolos de rede e um protocolo com uma única aplicação de programa de interface (API) para RTLS com utilização na gestão de itens, também tem o intuito de permitir a compatibilidade e interoperabilidade de produtos do mercado crescente de RTLS. De forma a obedecer a esta norma os RTLS têm de ser compatíveis com o ISO/IEC24730:1-2006, do API dos RTLS, e com pelo menos um dos dois protocolos de rede definido no ISO/IEC 24730:2-2006 [10][26].

3.3.7 TECNOLOGIAS EMERGENTES DE RFID

Ultimamente tem emergido uma grande variedade de tecnologias RFID. Estas novas tecnologias baseiam-se na interoperabilidade de inúmeras normas Wi-Fi, que especificam vários requerimentos desde técnica de modulação, nível de poder, frequência da operação, etc. Também utilizam uma variedade de técnicas PHY e MAC. Como exemplares destas técnicas temos Wi-Fi RFID, UWB RFID, e ZigBee RFID [26][27].

3.3.7.1 UWB RFID

As *tags* UWB RFID têm como base a norma wireless IEEE 802.15.3. Estas *tags* operam dentro da banda de frequência entre 3.4-10.6GHz e necessita de uma alimentação de aproximadamente de 200mW. A maior parte destas *tags* RFID utiliza a técnica de localização TOA. Por isso, estes têm uma largura de banda que atinge uma gama de 500-3000MHz. O único produtor que está atualmente a desenvolver esta tecnologia TFID é a Multispectral Solutions Inc. (MSSI) [26][27].

3.3.7.2 ZIGBEE RFID

A norma Wi-Fi em que as *tags* ZigBee se baseiam é a IEEE 802.15.4. Estas *tags* operam nas frequências de 898MHz, 915MHz, e 2415MHz. Estas *tags* tem uma largura de banda reduzida que varia entre 2 e 5MHz. A característica mais importante destas *tags* é seu baixo consumo energético, aproximadamente 0,5mW o que leva a que as baterias destas *tags* tenham um tempo médio de vida longo. Esta tecnologia está atualmente a ser desenvolvida pela Bulldog Technologies [26][27].

3.3.7.3 WI-FI RFID

As *tags* WiFi RFID têm como base a norma wireless IEEE 802.1 a,b,n. Estas *tags* operam na banda de frequência de 2,4GHz e requerem uma alimentação de 100mW. Maior parte destas *tags* RFID, utilizam uma técnica de localização RSS. Por isso, a faixa de frequências destas *tags* é por volta de 20MHz. As *tags* Wi-Fi RFID são *tags* ativas concebidas para operar na mesma frequência que um equipamento normal de *Wi-Fi*, cumprindo com a norma *standard* e protocolos IEEE 802.11. São *tags* que podem ser identificadas individualmente, através do seu endereço MAC, utilizando pontos de acesso de rede *wi-fi*. Não necessitando de leitores adicionais como no *RFID*, reduzem nos custos e tempo de instalação. Existem basicamente dois tipos de *tags* *Wi-Fi RFID*. O primeiro tipo consiste em *tags* que associam com a rede como estações normais. O segundo tipo não se associa com os pontos de acesso da rede, em vez disso comunicam utilizando *Layer 2 multicasts*. (*IP Multicast* é um método de transmitir datagramas *IP* a um grupo de recetores interessados). Alguns dos produtores que estão a desenvolver esta tecnologia *RFID* são: *Ekahau, PanGo Networks, G2 Microsystems, AeroScout* e *WhereNet* [26][27].

3.3.7.3.1 AEROSCOUT

A *AeroScout* é líder de mercado em soluções de *Unified Asset Visibility*. Os clientes melhoram a eficiência operacional utilizando produtos *AeroScout*, que usa redes *Wi-Fi* para situar e gerir a localização, condição e estado de artigos e pessoas. A base global de clientes da *AeroScout* consiste em organizações líder nos setores da saúde, indústria e logística, incluindo muitas empresas como a Boeing, Pneus Continental e mais de quinhentos hospitais por todo o mundo. A empresa, originalmente, inventou o primeiro dispositivo *RFID* ativo com base em *Wi-Fi* e hoje é largamente reconhecido como o líder no mercado em número de implementações e dispositivos [30]". Em anexo estão descritas informações sobre a *Tag T3* da *AeroScout*® [25][30].

3.3.7.3.2 PANGO

A *PanGo Integrated Asset Tracking Solution (IATS)* é uma solução tecnológica de localização de bens em tempo-real, que opera sobre uma infraestrutura *wireless LAN* (IEEE 802.11b), através de uma plataforma de controlo do sistema e de centralização de informação, a *PanOS Platform*®, ou a *Cisco Wireless Location Appliance*®. Este equipamento combina um *Wi-Fi Real-Time Location System (RTL)* baseado *RSSI fingerprinting*, e um sistema *RFID* de deteção de eventos. O sistema, ilustrado na figura 30, é constituído por um conjunto de *Wi-Fi active RFID tags*; uma rede de *Wi-Fi Access Points (AP)* que medem a *RSSI* dos sinais transmitidos pelas *tags*; recetores *RFID* que detetam eventos (ex: o atravessar de uma porta); uma plataforma de controlo e a aplicação de visualização de dados, *PanGo Locator*® [26].

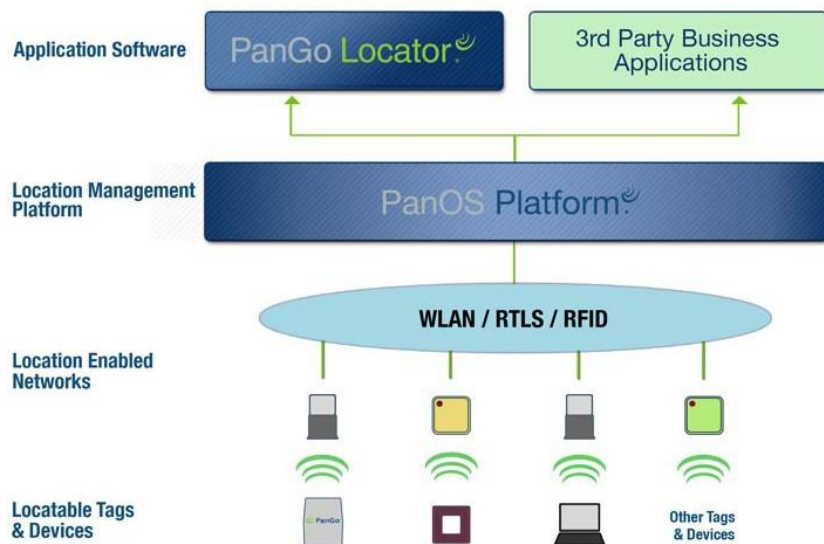


Figura 30 – Sistema Pango.

A *PanGo IATS* permite às organizações transformar uma rede wireless comum numa plataforma de aplicações inteligentes que permite melhorar o desempenho dos seus processos funcionais. É uma solução de localização industrial completa com distribuição instantânea de informação contextualizada em qualquer lugar ao alcance da rede 802.11b.

3.3.7.3.3 EKAHAU

Ekahau oferece uma gama de *tags Wi-Fi RFID* para a localização de artigos e pessoas e para a monitorização de temperatura. Estas podem ser utilizadas na indústria médica, na localização de artigos e pessoas, providenciando uma comunicação bidirecional. As *tags Ekahau RFID* oferecem um longo tempo médio de vida das suas baterias e operam mesmo

em ambientes com multifornecedores. Em anexo estão descritas informações sobre a **Tag Ekahau® A4 Asset**. [21],[31]

4. ANÁLISE DO PROCESSO ENTRE A CONSTRUÇÃO E A VULCANIZAÇÃO

Para se perceber melhor as dificuldades existentes na logística interna no processo de fabrico do pneu, foi realizada uma análise detelhada às diferentes fases pelas quais o pneu passa. Principiando na Construção, passando pela Pintura, área de armazenagem dos pneus em verde e transporte até à vulcanização.

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE FABRICO DO PNEU

Como qualquer processo de fabrico de um produto de alta tecnologia, a produção de pneus é complexa e tem um elevado número de características que têm de ser levadas em consideração.

O sistema produtivo da CMIP, tal como a generalidade de outros sistemas de produção, é caracterizado por três processos:

- A receção das matérias-primas para o fabrico do produto, é realizada pelo armazém de matérias-primas;
- O processo de fabrico do produto;
- Expedição do produto acabado, efetuada a partir do armazém de produto final.

O processo de produção de pneus da CMIP encontra-se dividido em cinco fases, representadas por cinco departamentos (ver diagrama de processo na Figura 31). O processo de produção inicia-se com o departamento da misturação, onde são produzidos os vários tipos de compostos de borracha para o pneu. O processo seguinte (Preparação) consiste na preparação de todos os componentes necessários para os vários tipos de pneus. Consecutivamente, estes são encaminhados para o departamento seguinte (Construção) onde vão ser montados os componentes, de forma a completar a construção do pneu. No penúltimo departamento, vulcanização, o pneu vai assumir a sua forma, sendo finalmente submetido a um processo de inspeção, para verificar os requisitos de qualidade. As próximas secções apresentam uma descrição pormenorizada sobre cada um dos processos de fabrico do pneu onde o estudo decorreu.

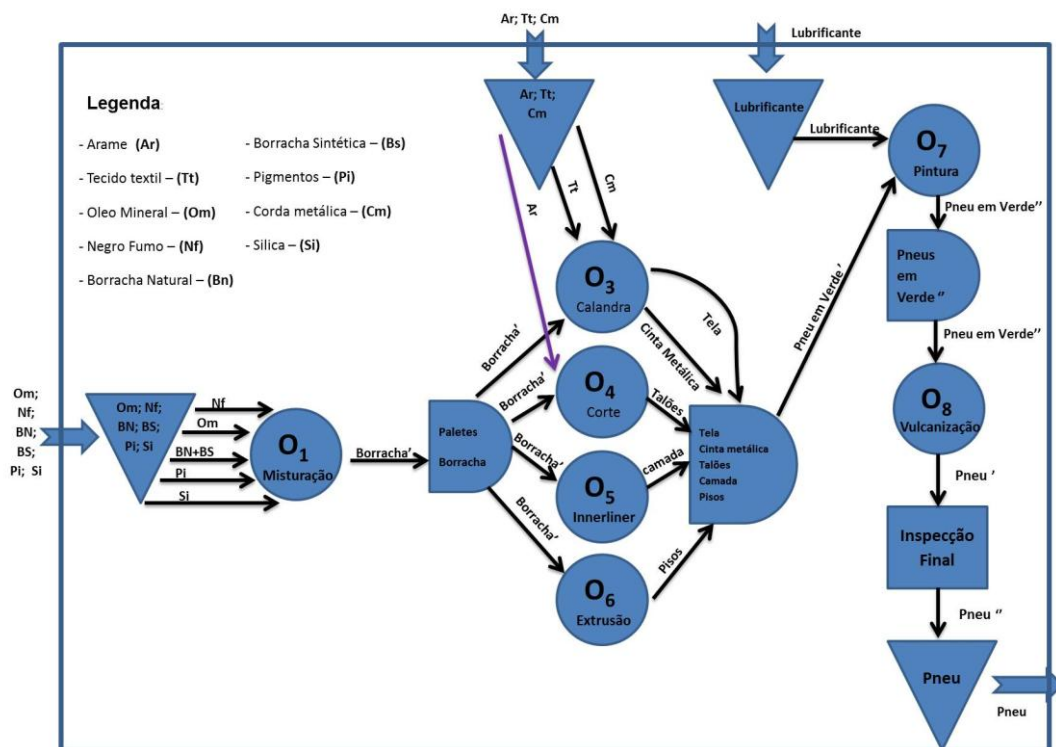


Figura 31 – Diagrama de processo de construção do pneu.

4.2 CONSTRUÇÃO

Tal como o nome sugere, é nesta fase que são assemblados os materiais provenientes das outras áreas dando origem ao chamado pneu em verde. Após ser construído, o pneu pode seguir por dois caminhos até à Pintura: através das passadeiras de transporte de pneus (*GTC – Green Tire Conveyor*). Por outro lado, os módulos de construção 1, 2, 3, 4 e 41, 42 não têm linha de *GTC*, por essa razão os pneus construídos nestes módulos têm de ser carregados manualmente para os carros e posteriormente levados para a Pintura, por um transportador. Uma outra razão, para a utilização dos carros de transporte, é numa eventualidade de urgência de pneus para uma prensa, para que esta não pare por falta de pneus para vulcanizar. Nestes casos, o transportador, ao verificar a falta de pneus numa prensa, vai diretamente ao módulo de construção do artigo necessário e carrega os pneus diretamente para o carro de maneira a encurtar o tempo que o pneu demoraria a chegar à Pintura através do *GTC*.

4.3 ANÁLISE DETALHADA DA PINTURA

Depois de construídos os pneus passam pelo processo de Pintura onde o seu interior será lubrificado, como forma de prolongar a vida útil dos diafragmas e permitir uma melhor desmoldagem do mesmo na prensa. Existem três cabines de lubrificação, as cabines 1 e 2 são iguais entre si, porém a cabine 3, normalmente, só é utilizada para carregamento manual, exceto quando alguma das outras cabines se encontra avariada ou em manutenção preventiva.

Quando os lotes de pneus chegam à pintura pelo *GTC* ou através de carregamento manual, são divididos à entrada por uma das três cabines de lubrificação (designadas por *Ilmberger's*).

Dependendo do número de pneus a pintar por lote, apenas os que são para pintar é que passam pela cabine de lubrificação. Os pneus que não são para lubrificar são desviados antes da pintura através de um *bypass*⁸, sendo posteriormente reagrupados na mesma sequência.

Na entrada da cabine, os pneus são identificados através do seu código de barras para que seja feito:

- Ajuste dos carregadores em relação ao diâmetro do pneu;

⁸ Bypass- Desvio

- Identificação do tipo de lubrificante (*Lyncoat* ou *Wacker*);
- Quantidade de lubrificante a aplicar.

No interior da cabine existe um carrossel com oito suportes. O pneu, ao entrar na cabine, é colocado num dos suportes do carrossel, através de um mecanismo de carregamento automático denominado “cruz de carga”. De seguida, o suporte com o pneu avança duas posições, para a posição de lubrificação, onde um robot sobe até ao interior e numa rotação de 360° lubrifica o interior do pneu. Depois de lubrificado, este avança mais três posições, de secagem do lubrificante, até ser libertado na passadeira de descarga e transportado para a zona loteamento nos carros de pneus em verde. Após a libertação do pneu, o carregador passa por uma última posição onde atravessa um conjunto de escovas de limpeza, para voltar novamente à posição inicial.

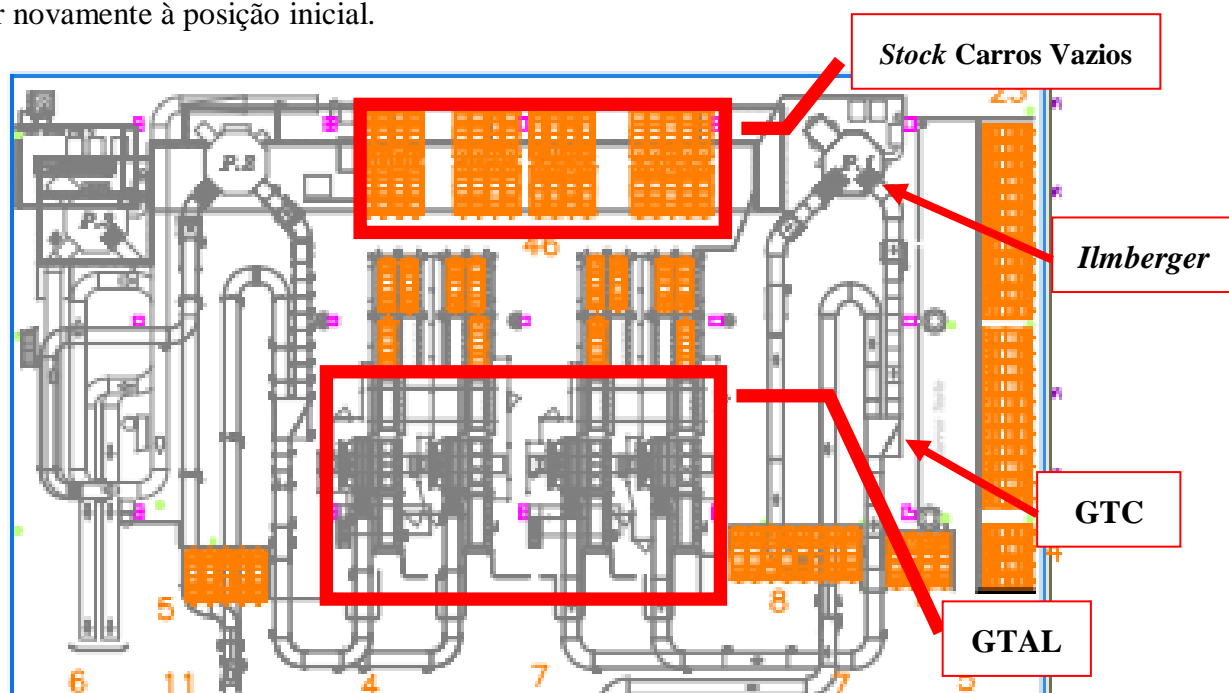


Figura 32 – Área de Pintura.

O carregamento dos pneus nos carros de transporte pode ser feito de duas formas, manualmente ou automaticamente.

Os pneus que saem da cabine de lubrificação 3 são carregados manualmente da passadeira para os carros de transporte de pneus em verde, por um operador da pintura.

Na saída das cabines de lubrificação 1 e 2 está acoplado um sistema de carregamento de pneus automático, denominados *Green Tyre Automatic Load (GTAL)*. Este equipamento é

abastecido com carros vazios, carros de doze e vinte pneus, por dois operadores à entrada. Após identificação do artigo e lote de pneus, este seleciona automaticamente o tipo de carro e coloca-o em posição para carregamento. Finalizado o carregamento, este expelle o carro para a saída, onde o operador irá validar e encaminhar o carro para o parque de carros de pneus em verde.

Existem, neste momento, quatro *GTAL*, sendo os *GTAL* 1 e 2 abastecidos pela cabine de lubrificação 1 e os *GTAL* 3 e 4 abastecidos pela cabine de lubrificação 2.

A sequência de pneus nos carros tem de ser feita de acordo com a Figura 33, salvo alteração de número de pneus a pintar por lote. Esta disposição serve para que mais tarde na vulcanização, haja uma intercalação sequencial de pneus lubrificados (“pintados”) e de pneus não lubrificados. Desse modo, os diafragmas das prensas da vulcanização serão lubrificados, repetida e sequencialmente, de forma a prolongar a sua vida útil.

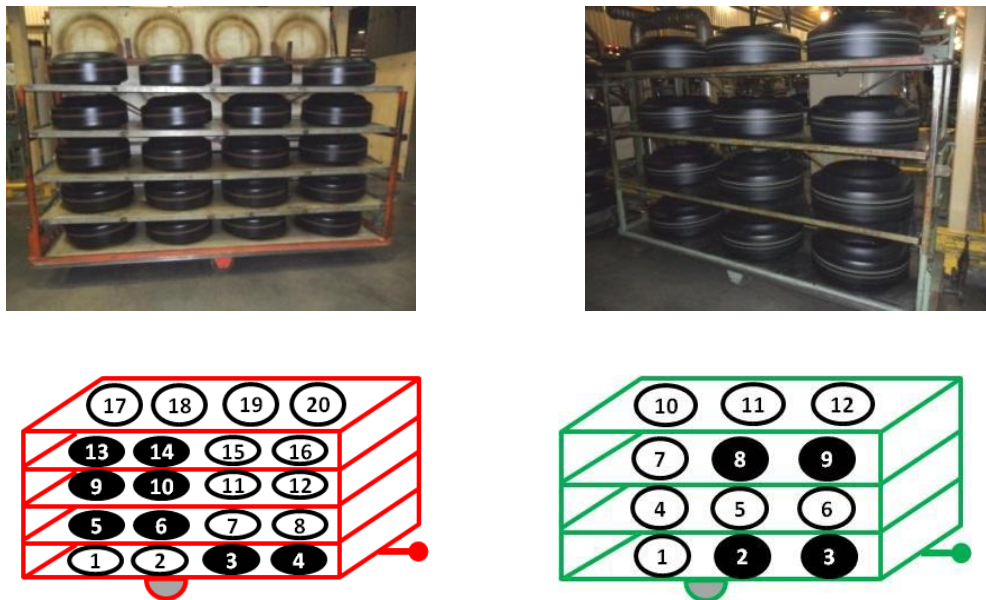


Figura 33 – Carros de transporte de Pneus. Vermelho – carros com 20 pneus; Verde – carros com 12 pneus.

Atualmente a área da Pintura têm alguns problemas de fluxos. A zona de abastecimento de carros vazios para os transportadores *GTAL* encontra-se por vezes cheia, estrangulando por completo o corredor conforme se pode observar na figura 34. Este estrangulamento ocorre por duas razões: primeiro, pelo facto de os transportadores, sempre que detetam carros vazios nos canais, os transportarem para a pintura de imediato, quer esteja cheia ou

vazia; segundo, o fluxo dos transportadores de abastecimento da construção e carros para pintura manual é contrário ao dos transportadores da Vulcanização.



Figura 34 – Corredor de abastecimento *GTAL* obstruído.

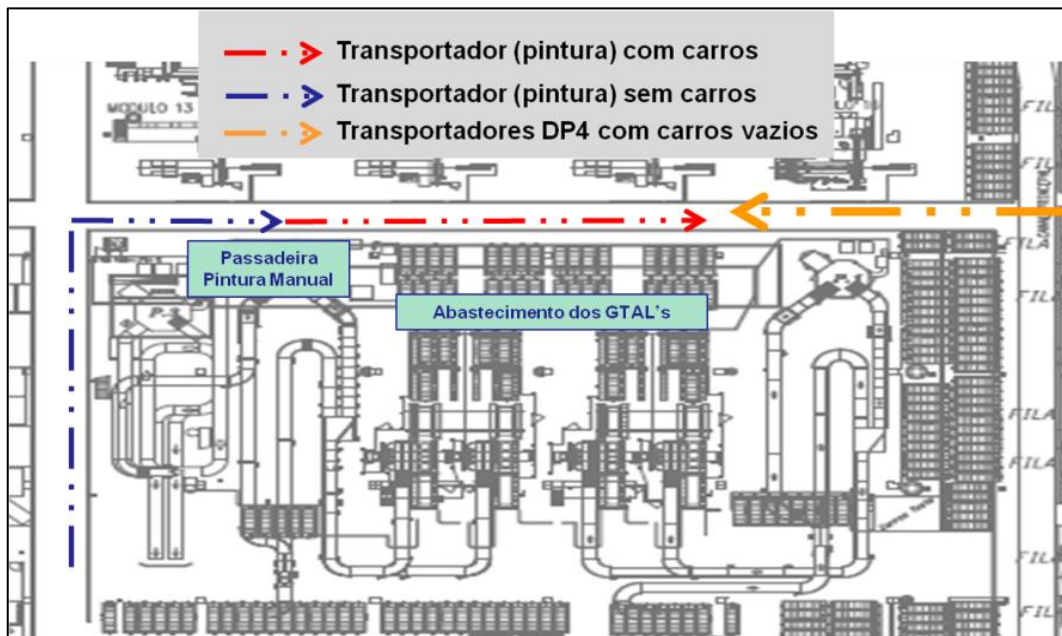


Figura 35 – Fluxos área de pintura.

A zona de saída dos *GTAL*, por vezes, encontra-se obstruída pelos transportadores que param nesta área. Os transportadores param aqui algum tempo, para procurarem carros com os artigos pretendidos, atrelá-los e posteriormente transporta-los para outras áreas. A operação de atrelar carros em frente à saída dos *GTAL* causa atrasos e paragem das máquinas, uma vez que as saídas ficam obstruídas, não sendo possível retirar os carros cheios do *GTAL*.

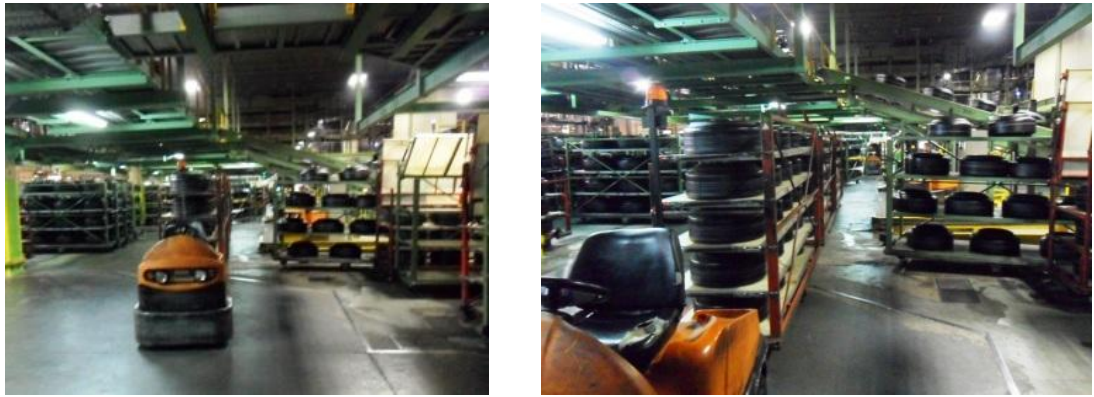


Figura 36 – Obstrução da saída do GTAL.

Em suma, na Pintura os maiores problemas encontrados estão relacionados com a organização e fluxo de carros de transporte de pneus em verde. Especialmente nos corredores de acesso e saída do GTAL, que frequentemente se encontram obstruídos.

4.4 ANÁLISE DETALHADA DA VULCANIZAÇÃO

A vulcanização é um processo químico, no qual a estrutura química da borracha (matéria prima) é alterada pela ligação entre as moléculas do polímero numa rede tridimensional. A vulcanização converte um emaranhado viscoso de moléculas com longa cadeia numa rede elástica tridimensional, unindo quimicamente (reticulação) estas moléculas em vários pontos ao longo da cadeia.

Por outras palavras, a vulcanização é o processo de “cozedura” do pneu em verde, onde este adquire as suas características finais, tais como o aspeto e características mecânicas, através de ciclos de altas pressões a uma temperatura constante.

Tal como referido anteriormente, os pneus em verde chegam à vulcanização em carros e são colocados em frente à respetiva prensa. À data deste trabalho, a vulcanização contava com 238 prensas, cada uma com duas cavidades, perfazendo um total de 476 cavidades para moldes. No projeto de expansão em curso, route 17/20, está prevista a instalação de mais 41 prensas, ou seja, finalizado o projeto esta área disporá de 558 cavidades.

Para alimentar estas prensas existem neste momento catorze operadores por turno da vulcanização, mais conhecidos por vulcanizadores. Cabe a estes assegurar a correta colocação dos pneus em verde nos suportes das prensas, garantindo que nenhum pneu com imperfeição é vulcanizado e tentando solucionar ou comunicar qualquer avaria das prensas. Existem três tipos de suportes, os simples (**A**), os triplos (**B**) e quádruplos (**C**).

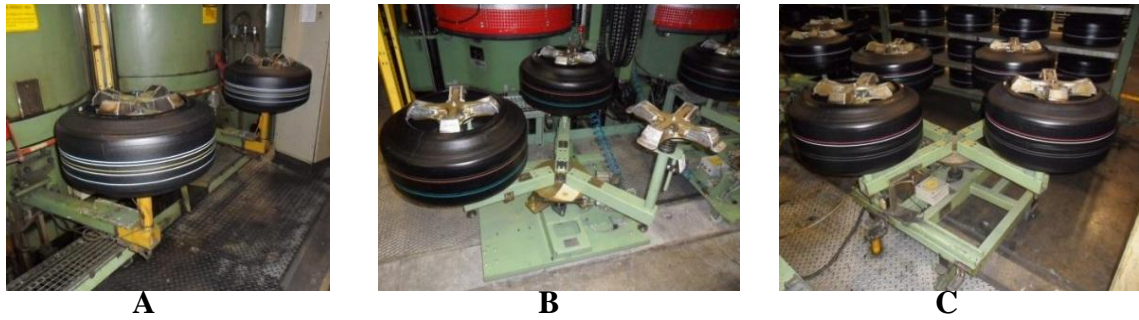


Figura 37 – Suportes de pneus na vulcanização (A,B,C).

Dos 476 suportes existentes, 350 são simples (um só pneu por suporte), 90 são triplos e os restantes 36 são quádruplos. Os suportes simples, como se pode verificar, são os mais utilizados, isto deve-se quer por questões de antiguidade dos equipamentos quer pelo facto de ocuparem menos espaço. Os suportes triplos e quádruplos ocupam mais espaço, mas permitem ao vulcanizador uma maior folga de tempo no seu carregamento. Depois dos suportes, os pneus passam para os carregadores (um por cavidade), que posicionam o pneu dentro da cavidade para ser vulcanizado. Muitas das prensas possuem um sistema de abertura independente para cada molde (designadas por prensas de cavidades independentes), podendo assim, na mesma prensa, vulcanizarem-se dois artigos com tempos de ciclo diferentes, no entanto, a grande maioria tem o mesmo artigo nos dois moldes. No caso de existirem artigos diferentes na mesma prensa o vulcanizador posiciona os carros em frente à prensa de duas maneiras possíveis ou em forma de “Z” ou em “V”, dependendo, quer do vulcanizador, quer do espaço existente no corredor entre prensas.



Figura 38 – Posicionamento dos carros em frente à Prensa, forma em Z (imagem da esquerda) e forma em V (imagem da direita).

É da responsabilidade do transportador abastecer as prensas. Contudo, o vulcanizador aquando da necessidade de um novo carro, deve comunicá-lo ao transportador que abastece as suas máquinas. Este, mais tarde, deve colocar o carro em frente à prensa onde esse artigo foi pedido. Por vezes, este carro não é colocado em frente às prensas, devido à falta de espaço, fazendo com que o vulcanizador tenha de se deslocar aos parques existentes nas extremidades dos canais das prensas, para verificar se o carro com o artigo pretendido se encontra lá.

Na vulcanização podemos dizer que as principais dificuldades encontradas são:

- A inexistência de espaço físico suficiente para a livre circulação dos carros de transporte;
- Desconhecimento da quantidade de pneus e de carros ocupados (ou vazios que se encontram nesta área).

4.5 LOGÍSTICA INTERNA

Neste ponto serão abordados os problemas com as movimentações internas de materiais e *stocks* nos processos de produção entre a Pintura e a Vulcanização.

4.5.1 PARQUE DE CARROS

Podemos definir quatro tipos de parques de carros de pneus em verde (ver figura 40). O parque de **carros vazios** situa-se na área de abastecimento do GTAL. Os transportadores ao trazerem carros vazios da vulcanização deixam-nos nesta área. No momento da realização deste estudo são comuns os encravamentos nesta zona (ver figura 36), devido a cruzamentos de fluxos e, sobretudo, à má organização por parte dos transportadores.

Após os pneus serem lubrificados e carregados nos carros de transporte, estes são empurrados pelos operadores das pinturas para o parque de pneus em verde (**Parque Pintura**), o qual por sua vez enfrenta um problema de organização. Os carros são apenas retirados dos GTAL e levados para uma área livre, onde mais tarde os transportadores procuram pelos carros com os artigos que necessitam e transportam para as filas que têm de abastecer.

Foi nesta área que se desenvolveu grande parte do trabalho desta dissertação. A desordem existente nesta área cria ineficiências na alimentação das prensas, levando a que por vezes as prensas parem por falta de pneus, quando na realidade em muitos casos existe o artigo pretendido no parque.

O **parque intermédio** situa-se nos corredores principais, entre a construção e vulcanização e entre esta e a inspeção final. Este serve de *buffer* intermédio entre o parque da pintura e o parque em frente às prensas. Este parque cria algumas dificuldades devido à disposição de lugares, uma vez que a maioria é de parque duplo, ou seja, para se ter acesso ao carro de segunda linha tem de retirar-se o da primeira linha, criando desorganização e problemas de ergonomia aos transportadores.

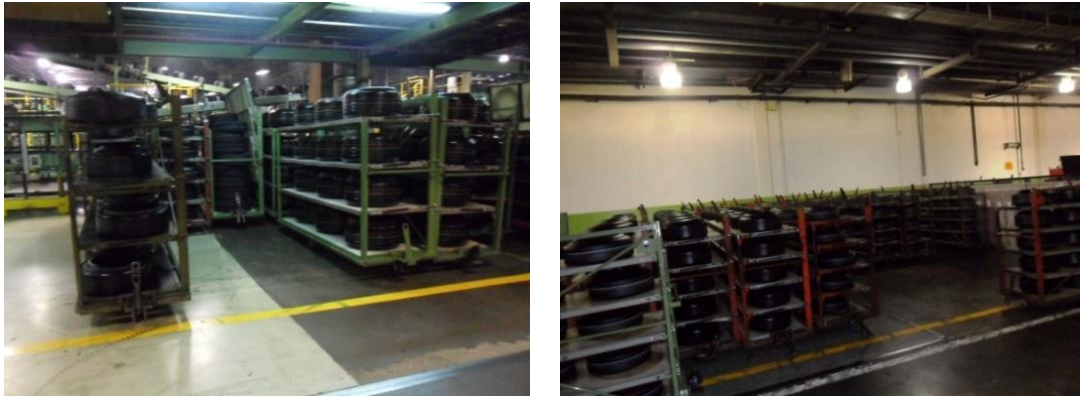


Figura 39 – Fotografias de parques de carros.

No momento da análise, o parque em frente às prensas tem uma ocupação variável. A ocupação, depende de vários factores:

- Nível de *Stock* do artigo;
- Largura do corredor;
- Existência ou não de dois moldes diferentes na prensa.

Em função dos pontos enunciados anteriormente, pode-se ter no mínimo um carro até ao máximo de quatro carros em frente às prensas.

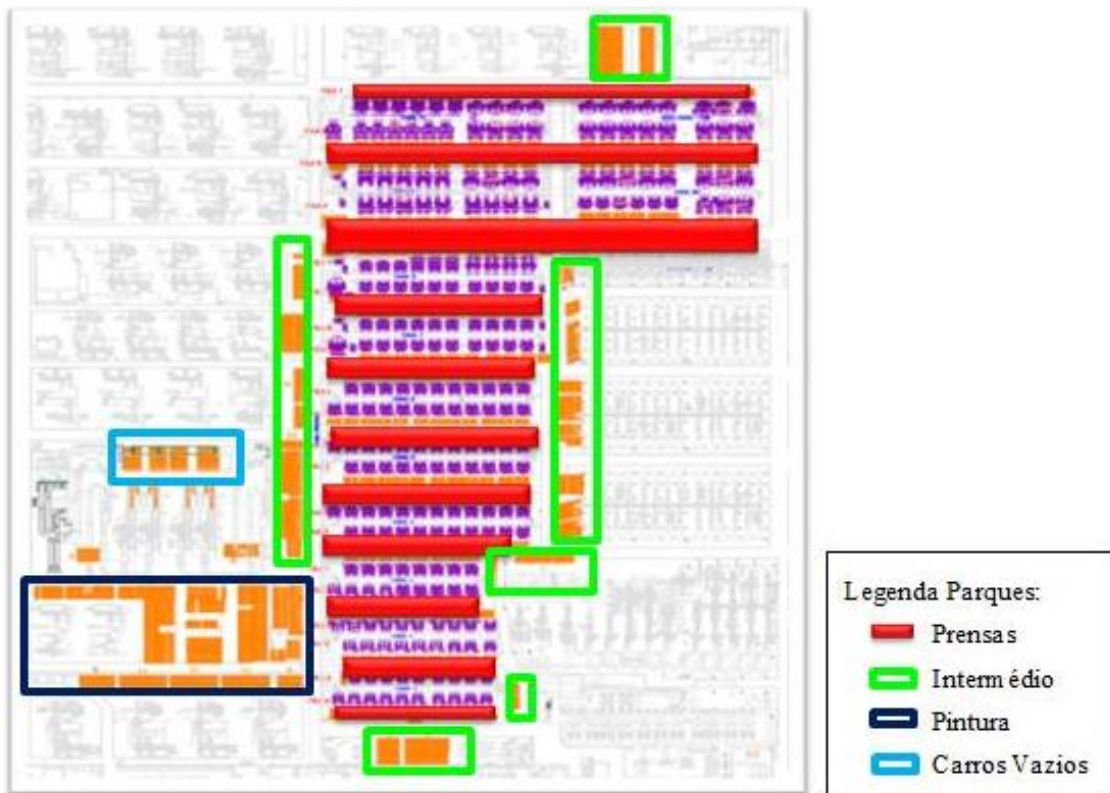


Figura 40 – Layout atual organizado.

4.5.2 TRANSPORTADORES

Os funcionários com a função de transporte (designados por transportadores) são responsáveis pela logística dos carros de pneus em verde. Cabe-lhes a tarefa de transportar os carros de pneus em verde, desde a pintura até à frente da prensa de vulcanização, assim como a organização dos parques intermédios. São também responsáveis por realizar a logística inversa, ou seja, a recolha de carros vazios para alimentação da pintura.

Os carros de pneus em verde são atrelados, até um máximo de 5 carros, a um carro eléctrico denominado por pimespo (ver figura 41). Existem neste momento oito transportadores por turno, cada transportador é responsável por abastecer em média três filas de prensas, correspondendo a cerca de 60 moldes.



Figura 41 – Pimespo.

Pelo facto de existir desorganização nos parques, esta leva a uma perda de eficiência na logística inversa por parte dos transportadores e a problemas ergonómicos.

4.6 SÍNTESE DA ANÁLISE

De seguida é apresentada uma síntese dos problemas encontrados em cada uma das áreas estudadas.

4.6.1 CONSTRUÇÃO

Na construção, tal como referido anteriormente, o maior problema é a falta de linhas de GTC para os módulos de construção #1 a #4, #41 e #42. Esta falta de GTC obriga a que seja necessário um transportador a abastecer estes módulos com carros vazios e, posteriormente, à recolha e transporte de carros cheios para a Pintura, aumentando assim a complexidade dos fluxos de carros. A inexistência destas linhas GTC para todos os módulos leva ainda a que haja carros retidos a executarem esta função, quando, se existisse a linha GTC estes seriam disponibilizados para o GTAL, tendo assim uma utilização mais rentável. Outro ponto é a quantidade insuficiente de carros para o nível de stock desejado, o que muitas vezes leva à paragem dos construtores.

Verificou-se que muitos construtores ao iniciarem o turno transportam um carro vazio para o seu posto de trabalho. Este transporte deve-se à sua excessiva preocupação de uma eventual falha na linha de GTC, originando que, em consequência, se acumulem muitos carros vazios estacionados na área da construção.

Um outro problema encontrado nesta área, é o desconhecimento do real número do inventário de pneus e da identificação de quais artigos se encontram no GTC. A falta desta informação dificulta o trabalho de sequenciamento da produção, originando erros de programação e, conseqüentemente, uma menor otimização do planeamento da produção.

4.6.2 PINTURA

De entre os problemas encontrados na Pintura podemos salientar o estado dos carros de transporte de pneus. Todos os operadores do departamento IV se queixaram do estado destes. Foi então feito um levantamento dos principais defeitos encontrados nos carros:

- Molas sem força para segurar as prateleiras;
- Prateleiras tortas;
- Sistema de engate;
- Existência de carros de 12 pneus pintados de vermelho erroneamente, esta cor deveria ser exclusiva a carros de transporte de 20 pneus, induzindo em erro os operadores.

Tal como referido, a área da Pintura têm alguns problemas de fluxos na entrada e saída do GTAL. O corredor de acesso à entrada do GTAL está constantemente obstruído devido ao elevado número de carros vazios e fluxo de transporte contrário do transportador da construção. A saída do GTAL encontra-se constantemente obstruída pelos transportadores que carregam os carros de transporte de pneus à saída do GTAL.

A falta de um lugar específico para carros com lotes incompletos e para pneus *scrap* foram outros dos problemas observados.

Devido ao mercado cada vez mais exigente e à previsão do aumento da venda de pneus no mercado, a CMIP teve a necessidade de expandir a sua capacidade produtiva, (de 17 para 20 milhões de pneus produzidos por ano). Neste projeto de expansão está contemplado a criação de uma nova área descentralizada de Pintura, o que, por sua vez, irá gerar um outro tipo de problemas, de ordem organizacional. Estes problemas resultam do aumento do fluxo de carros e do incremento do número de deslocações por parte dos transportadores. Isto porque, como existirá mais do que um ponto de recolha de carros de pneu em verde, o transportador terá um maior número de itinerários a percorrer, aumentando assim a complexidade do fluxo de carros.

4.6.3 VULCANIZAÇÃO

Constata-se que a falta de espaço é o principal problema da Vulcanização, com corredores apertados e excesso de carros em frente às prensas que obstruem o normal funcionamento por parte dos transportadores e vulcanizadores.



Figura 42 – Corredor da vulcanização.

Um outro problema encontrado nesta área, foi o desconhecimento do inventário em tempo real dos pneus. Não é possível contabilizar o número de pneus que se encontram nas prensas (suportes e carregadores), nem nos carros de transporte de pneus. Este desconhecimento resulta de não existir um sistema de monitorização que permita conhecer em tempo real a localização e as quantidades dos diferentes artigos a vulcanizar. Outro valor que não é possível contabilizar em tempo real é o número de carros vazios. O conhecimento destes elementos por parte dos responsáveis do sequenciamento da produção iria permitir uma melhor programação da mesma.

Finalizada a expansão em curso, esta área irá receber novos equipamentos para aumento de produção, que incrementará os problemas anteriormente descritos.

4.6.4 LOGÍSTICA INTERNA

No início deste estudo foi realizado um levantamento para verificação da viabilidade de implementação do *FiFo* na planta fabril. Foram contabilizados 1113 carros de pneus em verde, sendo repartidos por 757 carros de 20 pneus e 356 carros de 12 pneus. Após contabilização do número de carros existentes verificou-se que existiam apenas 1100 lugares para estacionamento. Como se pode concluir, atualmente existem mais carros que lugares disponíveis para estacionamento, inviabilizando a implementação de um *FiFo*.

A falta de espaço físico conduza uma desorganização dos parques. Estes encontram-se desarrumados: carros nos corredores, carros fora de posição e lugares sem acesso livre. Ora esta desarrumação leva à perda de eficiência por parte dos transportadores que consomem mais tempo a encontrar os carros com os artigos que necessitam. Outro problema relacionado com a desarrumação, são os problemas ergonómicos dos transportadores e vulcanizadores, levando a que estes se ausentem do trabalho por baixa médica.

Atualmente o inventário dos pneus em verde é conhecido através da diferença entre os pneus construídos (contabilizados à saída dos módulos de construção) e o consumo de pneus na vulcanização (contabilizados à saída dos moldes). No entanto, no parque de carros de pneus em verde é desconhecido o inventário de pneus, sendo esta uma das áreas com maior impacto.

A estimativa de inventário em curso máximo atual situa-se em cerca de 16 mil pneus. Ao atingir-se este valor, o sequenciamento tem que suspender a laboração das máquinas de construção, originando custo de não produção, entre outros.

Na tabela 2 são sumariados os problemas identificados na análise do processo realizada.

ÁREA	PROBLEMA	CONSEQUÊNCIAS
Parque de Carros	Fluxos cruzados	Encravamentos
	Desorganização	Desconhecimento de <i>Stock</i> Paragem de Prensas por falta de pneus (< eficiência e rendimento)
	Existência de parques duplos	Desorganização e problemas ergonómicos
Construção	Falta de linhas GTC	Reduz a disponibilidade de carros para o GTAL
	Quantidade insuficiente de carros	Paragem dos construtores
	Desconhecimento de <i>stock</i>	<i>Scheduling</i> dificultado, leva a um planeamento da produção erróneo > custos

Pintura	<p>Estado dos carros de transporte de pneus</p> <p>No fluxo na entrada e saída do GTAL</p> <p>Inexistência de lugares específicos para carros de lotes incompletos e de pneus <i>scrap</i></p> <p>No futuro área de pintura descentralizada (projeto Route 17/20)</p>	<p>Dificulta as tarefas dos operadores</p> <p>Obstrução do GTAL</p> <p>Problemas organizacional e fluxo de carros</p>
Vulcanização	<p>Falta de espaço</p> <p>Desconhecimento da quantidade de pneus na vulcanização, quantidade de carros ocupados ou vazios</p>	<p>Dificulta o normal funcionamento dos operadores</p>
Logística interna	<p>Falta de espaço para parqueamento</p> <p>Desconhecimento do <i>stock</i> no GTC, nos carros e nas prensas</p>	<p>Desorganização – perda de eficiência, problemas ergonómicos para os operadores</p> <p>Dificulta o planeamento de produção levando a erros de programação - leva a custos</p>

Tabela 2 – Síntese de problemas existentes no processo produtivo em estudo.

5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Depois de analisados todos os processos envolvidos na logística interna da produção dos pneus em verde, foram identificados vários pontos de melhoria e definida uma estratégia para a sua implementação. Neste capítulo são apresentadas essas medidas e estratégia com o objetivo de garantir um melhor fluxo interno e que permita igualmente a implementação de *FiFo* no fluxo interno dos pneus em verde.

5.1 PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste ponto serão apresentadas as soluções de melhoria por área, desde a Construção até à Vulcanização.

5.1.1 CONSTRUÇÃO

Na construção, o maior problema é a falta de algumas linhas de *GTC*. Para resolver esta dificuldade deverão ser implementadas as seguintes medidas:

- O sistema de transporte *GTC* deverá ser alargado a todos os módulos, de modo a reduzir-se o número de carros na construção. Esta alteração terá grande impacto nos *stocks*, disponibilidade de carros vazios e nos fluxos, diminuindo o transporte de carros entre a Construção e a Pintura;

- A implementação em definitivo de um sistema de identificação e contabilização de pneus em verde no GTC, para que seja possível verificar a quantidade de pneus e artigos que estão em cada momento no GTC. Esta implementação permitirá recolher informação detalhada em tempo real para o sequenciamento da produção;
- Promover junto dos construtores que não devem levar por iniciativa própria carros vazios para o seu posto de trabalho. Este transporte deverá ser efetuado apenas pelos transportadores, quando solicitado e necessário. Com planos de formação, estes compreenderão que, se cumprirem com o novo procedimento, este trará vantagens operacionais.

5.1.2 PINTURA

Na Pintura o problema mais referido pelos operadores foi o mau estado de conservação dos carros de pneus em verde. Para solucionar esta dificuldade, são sugeridas as seguintes soluções:

- Implementação de guias de posicionamento e marcações nos parques de forma a facilitar o correto posicionamento/alinhamento dos carros;
- Inculcar nos operadores a importância do cumprimento das regras de organização e reduzir o facilitismo dos operadores nesta tarefa;
- Conclusão da colocação do novo sistema de engate em todos os carros (ver Figura 43);
- Reparação de carros danificados com maior periodicidade (resolvendo problemas das prateleiras, das molas, etc.);
- Equipar operadores da Pintura com ferramentas de modo a solucionar problemas pontuais;
- Criação de lugares para carros danificados.



Figura 43 – Novo sistema de engate.

De forma a resolver o problema de congestionamento no corredor de acesso à entrada do sistema de transporte GTAL, foi proposto a implementação de um sistema de alerta através de painéis informativos ao longo dos principais corredores, como também através de avisos nas consolas a instalar nos pimespos (ver Figura 45 (C)). Ou seja, sempre que o parque de carros vazios esteja cheio deverá ser emitido um alerta (painéis informativos e consolas) para não serem transportados carros para este parque.

Com a extensão das linhas de transporte GTC à futura área de Pintura prevista no projeto de expansão da Continental, a todos os módulos irá também ser possível diminuir o fluxo de carros da Construção para a Pintura, diminuindo com isso o congestionamento desta área.

Relativamente à obstrução frequente na saída do sistema de transporte GTAL, inserido no projeto de expansão, foi proposto um novo *layout*, conforme a figura 44. Foi proposto que a zona a jusante do GTAL seja exclusiva para o operador da Pintura transportar carros do GTAL para um parque intermédio denominado de *buffer*. Com esta solução diminuem-se os problemas ergonómicos, de segurança identificados previamente e aumenta-se a eficiência do operador da Pintura.

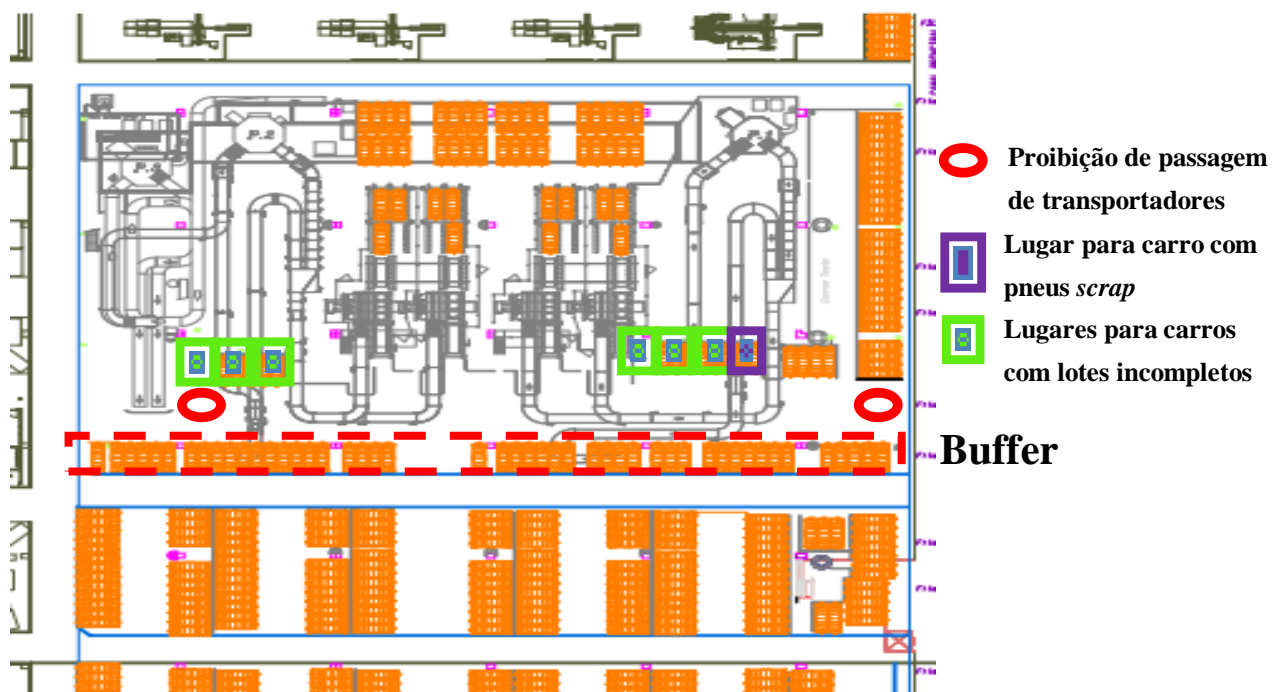


Figura 44 – Layout proposto para a área de Pintura.

Foi sugerida a criação de cerca de 30 lugares de parque, conforme a figura 44, adjacentes às saídas do GTAL para colocar carros com lotes incompletos. Pretende-se com esta medida otimizar o uso dos carros, libertando carros com maior rapidez. Exemplificando: se existir um carro com apenas dois pneus, estes dois pneus serão realocados para um carro existente neste parque, o carro anterior ficará vazio e iniciará um novo ciclo, reduzindo assim o número de carros em *stock* com lotes incompletos.

Além da criação de lugares para carros com lotes incompletos foi sugerido reservar um lugar demarcado para a colocação de pneus com imperfeições, denominados por pneus *scrap*. A existência de um lugar de parque exclusivo (Figura 44) para um carro com pneus *scrap* diminuirá a ocupação de carros com este tipo de pneus. De igual forma, destaca os pneus *scrap* dos aptos a serem vulcanizados.

5.1.3 VULCANIZAÇÃO

Como foi referido anteriormente, é na Vulcanização que o pneu adquire as suas características finais. Nesta área o que mais se destacou foi a falta de espaço. De forma a contornar este problema é proposto:

- Limitação do número de carros em frente às prensas de modo a desobstruir os corredores;
- Realização de marcações de lugares para estacionamento de carros de pneus em verde, delineados de acordo com o *layout* proposto. Isto levará a que exista uma melhor organização e um maior aproveitamento da área.

O desconhecimento da quantidade de pneus que se encontram na Vulcanização, da quantidade de carros ocupados com pneus, assim como da quantidade de carros vazios leva a problemas de controlo de *stocks* e menor eficiência, dificultando o planeamento da produção.

A solução para estes problemas é baseada num sistema *Wi-Fi RFID*, pois é um sistema que funciona através de dispositivos de localização e armazenamento de dados (*tags*) acoplados aos carros de pneus em verde, que vai permitir fazer a rastreabilidade e inventariação dos pneus ao longo processo de Vulcanização. Mais à frente este sistema será detalhadamente descrito.

5.1.4 LOGÍSTICA INTERNA

Ao observar as movimentações internas dos pneus ao longo dos processos de Pintura e Vulcanização foram observados vários problemas que eram impeditivos para a implementação de FiFo na planta fabril.

Dos problemas identificados, aquele que mais se destacou foi a falta de espaço para o estacionamento de carros de pneus em verde, sendo as razões para essa ocorrência:

- O número de carros existentes (1113) superior ao número de lugares de parques (1097);
- A falta de organização da área de estacionamento dos carros;
- Existência de parques duplos.

Após esta constatação concluiu-se que era inviável a implementação de *FiFo* nas condições atuais. Esta realidade veio acelerar a necessidade de se avançar para uma expansão da área fabril, conseguindo assim mais espaço para estacionamento de carros cheios e vazios, dentro do âmbito do projeto *Route 17/20* que mais à frente será aprofundado.

Assim sendo, foi elaborado um novo *layout* que procurou maximizar o número de lugares de parque e simultaneamente minimizar problemas organizacionais e de fluxos dos carros.

Relativamente ao problema de controlo e monitorização do fluxo produtivo entre a construção e a vulcanização, foi feita uma análise das diferentes soluções tecnológicas que o mercado oferece. O critério de escolha da solução adequada baseou-se na avaliação da proposta, considerando o seu custo, o impacto na atual estrutura produtiva e no método de trabalho dos operadores.

Uma das propostas de solução para controlo e monitorização do fluxo produtivo que implica a localização de carros de transporte foi a implementação de um sistema de identificação automática (AIDC) e/ou Sistemas de Localização em Tempo Real (RTLS). Foram avaliados os prós e contras de sistemas como o código de barras, RFID e Wi-Fi RFID.

Relativamente ao sistema de código de barras, este apresentou as seguintes desvantagens:

- Os códigos de barras suportam apenas pequenas quantidades de informação;

- Estes são mais susceptíveis de sofrer danos físicos, não sendo aconselhados para uso em ambientes adversos, pois no caso de se danificarem a informação é perdida;
- Não permitem a geolocalização;
- Maior risco de erro humano (validações / desconhecimento de carros vazios);
- Risco de este poder provocar *scrap* 02B, ou seja, pneus com imperfeições devido a material estranho no pneu (plástico, papel, tecido, etc.).

No caso do sistema *RFID*, este possui vantagens em relação ao código de barras, como a possibilidade de conhecer a informação de um produto sem ser necessário o contacto entre o leitor e o mesmo. Permite o funcionamento em ambientes adversos e oferece um tempo de resposta curto. No entanto, esta opção não foi seleccionada pois o investimento inicial seria superior a outras soluções estudadas.

Relativamente à opção *Wi-Fi RFID*, esta utiliza uma ligação sem fios para identificar e localizar os itens através de ondas eletromagnéticas.

Tendo em consideração o caso de sucesso da implementação de um sistema de *Wi-Fi RFID* da AeroScout® na fábrica da Continental de Sarreguemines em França [29] então o estudo veio demonstrar que esta solução apresenta vantagens relativamente à solução baseada em *RFID*'s. Isto por que, não necessita de leitores adicionais, reduzindo-se os custos e tempo de instalação. Na solução proposta, o sistema *Wi-Fi RFID* utilizará pontos de acesso da rede *Wi-Fi*, que já estão disponíveis na área fabril. Com a utilização desta rede reduzir-se-ão os custos de implementação desta proposta, resultando numa solução com um custo/benefício mais vantajoso.

Por outro lado, com este sistema, o impacto no método de trabalho será minimizado, pois não envolverá consumo de tempo em formação dos funcionários para o novo sistema. Este sistema também resolverá alguns problemas ergonómicos (dores de costas, entorses, entalamentos, etc.) sentidos atualmente pelos operadores, pois existirá mais organização, logo melhores condições de trabalho.

Instalada a rede *wireless* será necessário realizar alterações nos carros de pneus em verde:

- Identificação dos carros (matrícula) (A)– para a identificação visual por parte dos transportadores;
- Instalação de *Tag*’s em todos os carros (B) – para geolocalização e armazenagem de dados;
- Nos veículos pimespos deverão ser acoplados consolas (C) que permitirão interagir com o *software* do sistema informático para *FiFo* e localização dos carros.

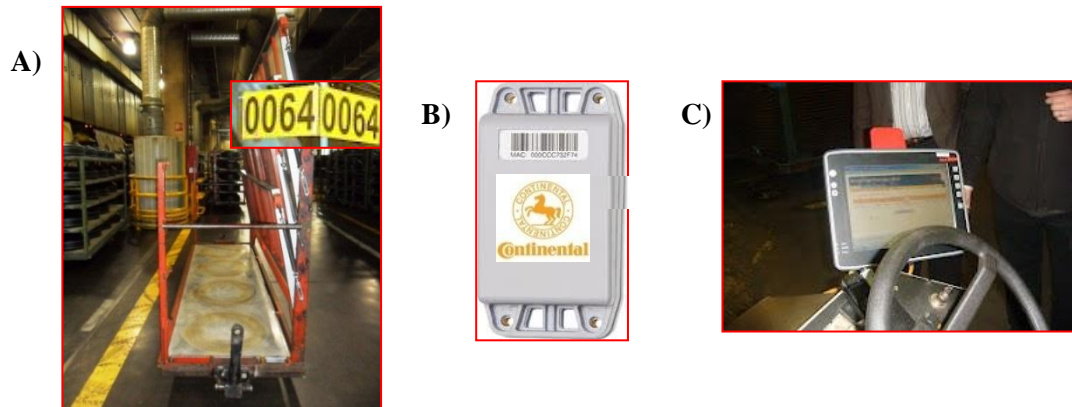


Figura 45 – Matrícula de carros (A), *Tag* (B), Consola para Pimespo (C).

Após a instalação do sistema *Wi-Fi RFID* na CMIP e as *Tag*’s nos respectivos carros, o sistema funcionará da seguinte forma:

- O carro com a *tag* entra numa zona de leitura;
- Os dados são capturados pelo leitor;
- A sua localização é determinada por triangulação pelo servidor;
- Essa informação é depois enviada para a consola do pimespo.

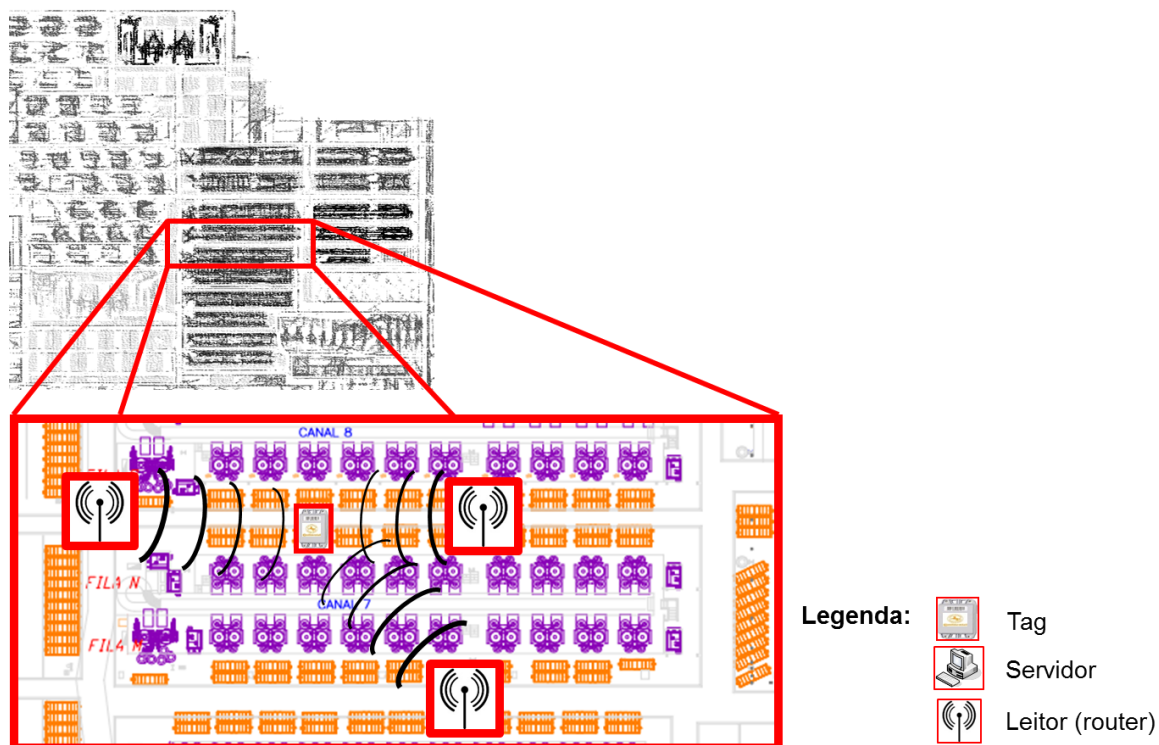


Figura 46 – Modo de funcionamento do *Wi-Fi RFID* na *CMIP*.

O sistema *Wi-Fi RFID* ao localizar e identificar os artigos através de ondas eletromagnéticas, utilizando a rede *Wi-Fi* da empresa, em tempo real, vai permitir a rastreabilidade e inventariação dos pneus ao longo de todo o processo e possibilitar a gestão dos inventários existentes nas áreas em estudo em tempo real. Este conhecimento de *stocks* irá permitir uma melhor programação da produção por parte do sequenciamento.

5.1.5 MÉTODO DE FUNCIONAMENTO

Findo o projeto de expansão e efetuadas todas as instalações necessárias para poder implementar as soluções acima descritas, prevê-se que o método de funcionamento tenha a sequência a seguir descrita.

1. O ciclo inicia-se na área de Pintura, quando o carro de pneus em verde, após ser carregado no GTAL, passa para uma posição de espera.
2. O operador da pintura neste ponto terá de verificar o carro e validar no monitor a informação a escrever na *tag* (por ex. n.º do carro, n.º de pneus, artigo, códigos de barras dos pneus, etc).

3. Tendo validado o carro este deverá empurrar o carro para o parque imediatamente em frente ao GTAL, designado de *buffer*.
 - a. É designado por *buffer*, uma vez que os carros não deverão permanecer muito tempo nestes lugares pois terão alta rotatividade.
4. Na impossibilidade dos transportadores retirarem de imediato os carros do *buffer*, o operador da pintura deverá transportar os carros para outros parques. Neste caso deverá ser criado um sistema de alerta, que será acionado pelo operador da pintura, para avisos, por exemplo de *buffer* cheio ou falta de carros vazios. Este sistema consiste na colocação de painéis informativos ao longo dos corredores principais, assim como avisos nas consolas a instalar nos pimespos. Sempre que o transportador passar na zona de *buffer* deverá realocar os carros, de modo a libertar espaço de *buffer*.

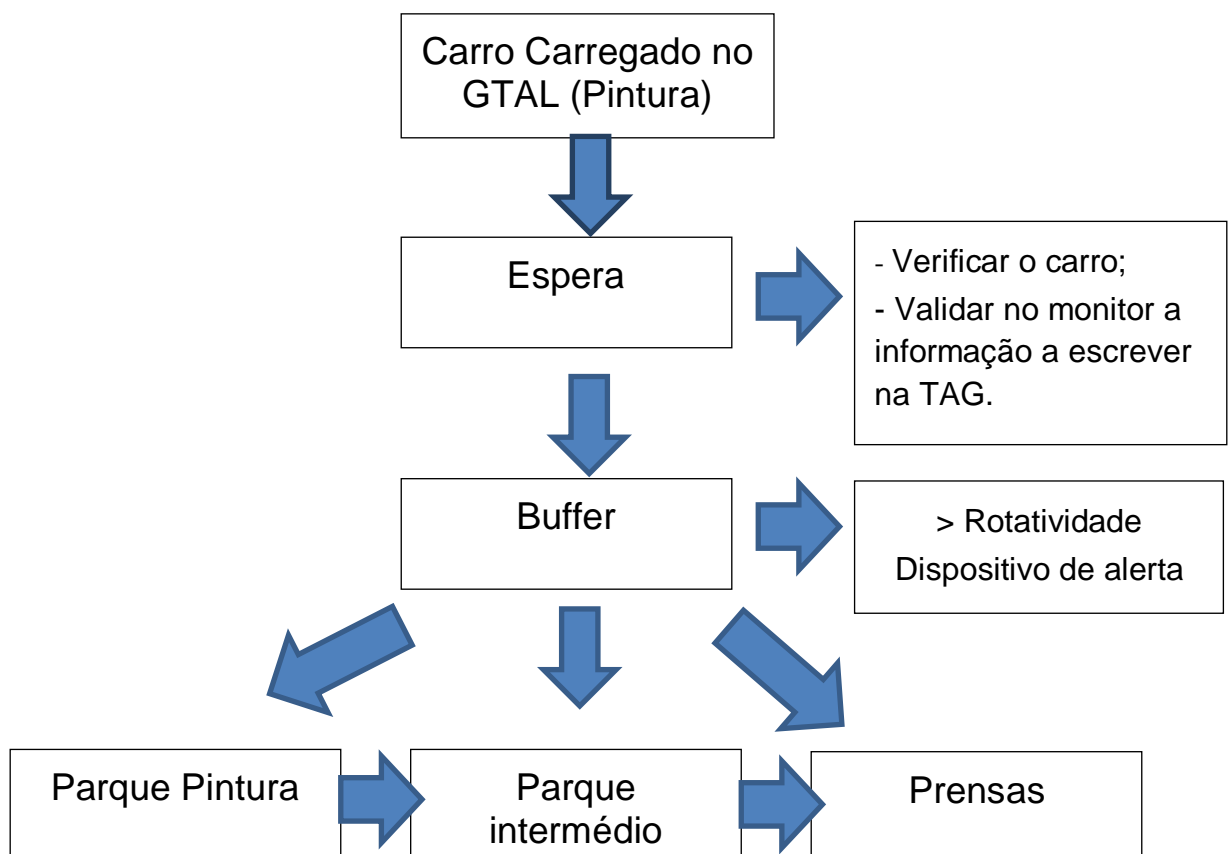


Figura 47 – Percurso do carro de pneus em verde desde da Pintura à Vulcanização.

Os transportadores, quando necessitarem de um determinado artigo, deverão inserir na consola o artigo pretendido. Ser-lhe-á indicado qual o carro pretendido mediante prioridades definidas. Na tabela 3 demonstram-se as prioridades a implementar e qual o impacto pretendido.

MEDIDA	IMPACTO
Lotes incompletos	Capacidade
Antiguidade	FiFo
Proximidade ao artigo	< Tempo de transporte (posicionamento através consola)

Tabela 3 – Prioridades do Sistema de FiFo

Deverá ser dada prioridade aos carros com lotes incompletos uma vez que a libertação destes permitirá aumentar a capacidade de inventário. Tal como referido anteriormente, um dos objetivos propostos para este estudo seria criar um sistema de FiFo, ou seja, quando o transportador necessitar de um artigo, deverá ser-lhe indicado o carro com maior antiguidade no parque. Os pneus há mais tempo em *stock*, no parque, deverão ser os primeiros a ser vulcanizados.

Após ter realizado o pedido, o transportador deslocar-se-á até à área onde se encontra o carro e transportá-lo-á para as prensas ou para os parques intermédios junto das prensas. De salientar que este procedimento mantêm-se igual ao que existe atualmente, apenas se reduz o tempo que os transportadores perdem na procura dos carros e claro a utilização de *FiFo*.

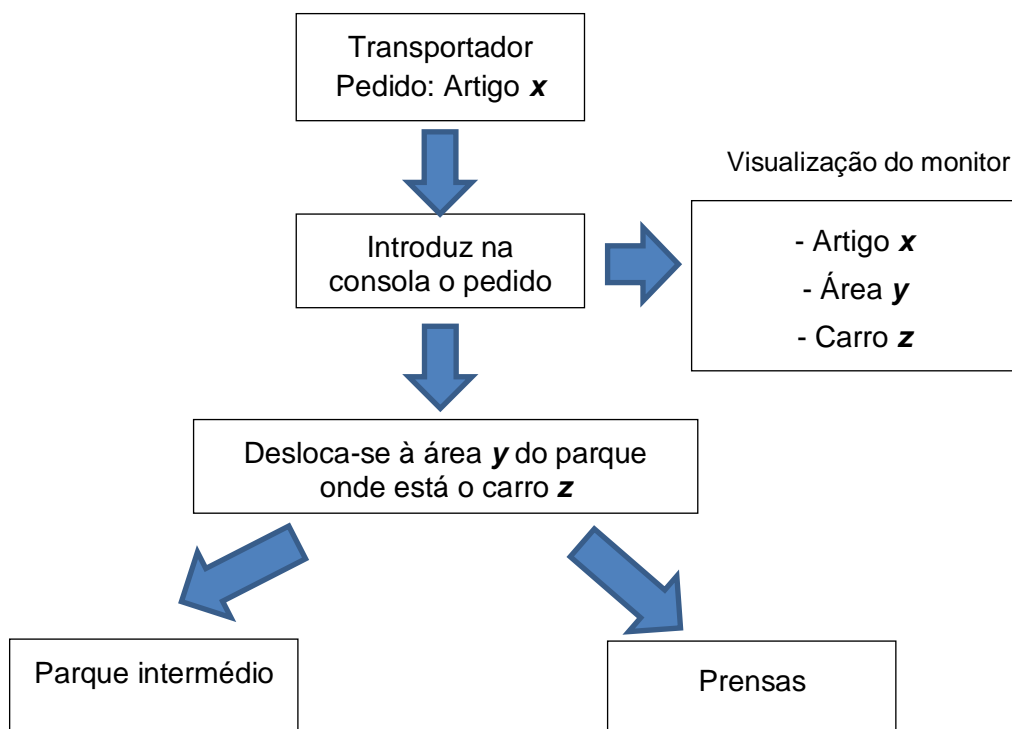


Figura 48 – Sequência do pedido do Transportador.

Na altura da execução do presente estudo, encontrava-se em desenvolvimento o projeto SFI (Shop Floor Integration). Este projeto consiste num sistema de controlo e monitorização da produção com recolha de informação através do código de barras. Com este sistema, ocorre a validação através de código de barras de todos componentes do processo de fabrico, tais como: o pneu, a prensa, molde, diafragma.

Pretende-se assim melhorar o rastreio no processo e evitar falhas na execução das actividades de fabrico. Utilizando as funcionalidade deste sistema, será possível a monitorização, por exemplo, do momento em que um determinado carro se encontra vazio.

Assim, ao iniciar um novo carro, o vulcanizador, coloca os pneus no suporte da prensa e valida os pneus com um scanner. Por se tratar do início de um carro novo, deverá surgir uma informação no IPC (Industrial PC) com o número do carro a que os pneus estavam associados para o vulcanizador validar essa informação. O sistema reconhecerá os pneus pertencentes ao carro e sempre que passar o scanner irá atualizar o inventário do carro, até que este fique vazio. Esta implementação, permitirá que a gestão da produção tenha conhecimento do inventário nos carros, bem como da quantidade de carros vazios. Na realidade estas informações são críticas para o processo de sequenciamento da produção.

Tal como já referido anteriormente, os carros após estarem vazios podem seguir dois caminhos. Ou seguem para a pintura, onde será iniciado novamente o processo e feito o reset às tags; ou em caso de necessidade (por avaria do transportador GTC ou outras anomalias) para a construção.

No caso de o carro ser utilizado na construção, o construtor ao iniciar o carregamento dos pneus para o carro de transporte terá de indicar o número da matrícula do carro no IPC da sua máquina para que os códigos de barras dos pneus por ele construídos sejam alocados ao respectivo carro. Esta informação será automaticamente alocada à tag associada ao carro. Depois de o carro estar completo, este será transportado pelos transportadores da Construção para a Pintura onde a informação inserida pelo construtor na tag será validada ou realizadas eventuais correcções pelo operador da Pintura.

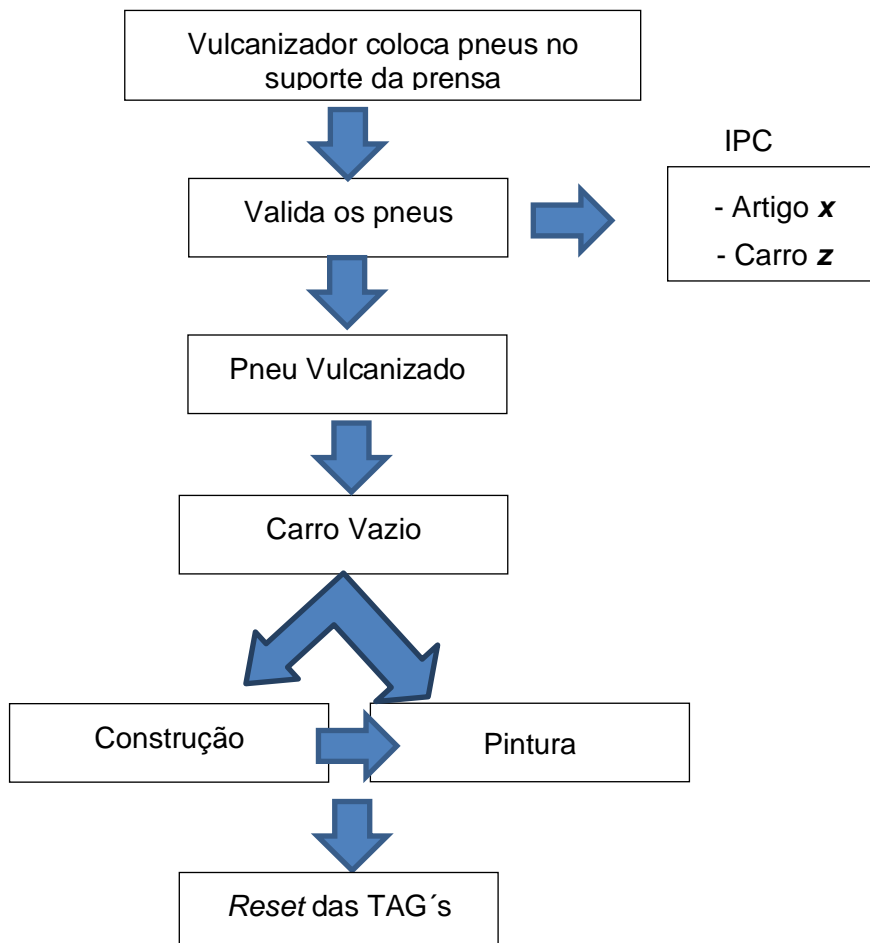


Figura 49 – Percurso do carro de pneus em verde desde da Vulcanização à Pintura.

5.1.6 RISCOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO WI-FI RFID NA CMIP

Após descrição do possível modo de funcionamento do sistema *Wi-Fi RFID* na CMIP, serão abordados neste sub-capítulo considerações a ter em atenção aquando da sua implementação:

- O incumprimento e erro humano, como por exemplo: o operador da pintura não efetuar a correta confirmação da informação que será escrita na *tag* (o n.º do carro e a quantidade de pneus); uma outra situação possível será o construtor estar a trabalhar para um carro e não para o *GTC*, podendo este não inserir o número do carro para o qual irá carregar os pneus, e não inserir o número correto. De notar que este tipo de erros poderá ser posteriormente detetado e corrigido nas fases seguintes;
- Este sistema, devido à sua complexidade e à grande quantidade de dispositivos que o integram, necessita de manutenções constantes. Uma das principais preocupações será o tempo médio de vida das baterias das *tags* (estimado em 4 anos). Isto implica que haja uma verificação destas e posterior custo de substituição. Em relação às consolas, como qualquer dispositivo informático, necessitarão sempre de verificação e manutenção técnica;
- O nível de segurança proporcionado pelo *Wi-Fi RFID* constitui uma desvantagem. É relativamente fácil o acesso à informação que circula via *Wi-Fi RFID*, podendo essa informação ser espionada por empresas concorrentes;
- A falta de experiência nesta matéria e a sua standardização são também alguns dos obstáculos a ter em conta;
- Existe um risco de ter artigos iguais geograficamente dispersos levando a que seja necessário percorrer distâncias maiores pelos transportadores. Isto explica-se pelo facto de passarmos a ter duas áreas de pintura distintas, das quais podem sair lubrificados artigos iguais, levando a que os transportadores percorram distâncias maiores;
- Os *scanners* são dispositivos sensíveis que efetuam a leitura do código de barras acoplado nos pneus. Devido ao grande *stress* de utilização e sua fragilidade, a

avaria pode ser frequente, levando a custos acrescidos na sua reparação e manutenção;

- Sendo o sistema *Wi-Fi RFID* baseado na transmissão de dados via rádio frequência estas estarão sujeitas a perturbações eletromagnéticas. Estas são criadas por dispositivos externos ao sistema, como por exemplo, os motores eléctricos das prensas, entre outros. Além disso, os dispositivos integrantes do sistema (*tags*) criam perturbações entre si, devido ao número de *tags* e às suas transmissões, originando erros de comunicação. Por este motivo, é necessário coordenar as respetivas comunicações de forma a evitar interferências mútuas e desenvolver mecanismos que minimizem qualquer tipo de perturbações ao sistema. Daí a importância de testes de aperfeiçoamento e validação do sistema.

5.2 PROJETO DE EXPANSÃO (ROUTE 17/20)

A Continental Mabor encontra-se numa fase de expansão. O projeto de expansão é denominado por Route 17/20. Este projeto terá um impacto significativo nas áreas em que este estudo se insere, uma vez que no final da expansão surgirá uma nova área de pintura (num outro local da fábrica), mais espaço para estacionamento de carros cheios e vazios assim como serão instalados mais 41 prensas. Elaborado o novo *layout* desta área (ver Figura 50), a Continental passará a dispor de espaço para aproximadamente 1500 lugares para carros (cheios e vazios). Com este aumento de lugares de parque será possível a aquisição de 380 novos carros, que juntamente com o aumento do sistema de transporte GTC para as novas áreas. Permitirá um *stock* de aproximadamente 21000 pneus em verde ao invés dos 16000 actuais.

O projeto de expansão, Route 17/20, tornou-se relevante para o atual estudo pois sem este não existiriam condições físicas para a implementação de *FiFo* (ou pelo menos parcial), como hipótese viável para a gestão de stocks de pneus em verde. Como complemento deste projeto foram elaborados, pelo autor deste estudo, novos *layout's* que aprimoraram alguns aspetos que não tinham sido contemplados no projeto original.

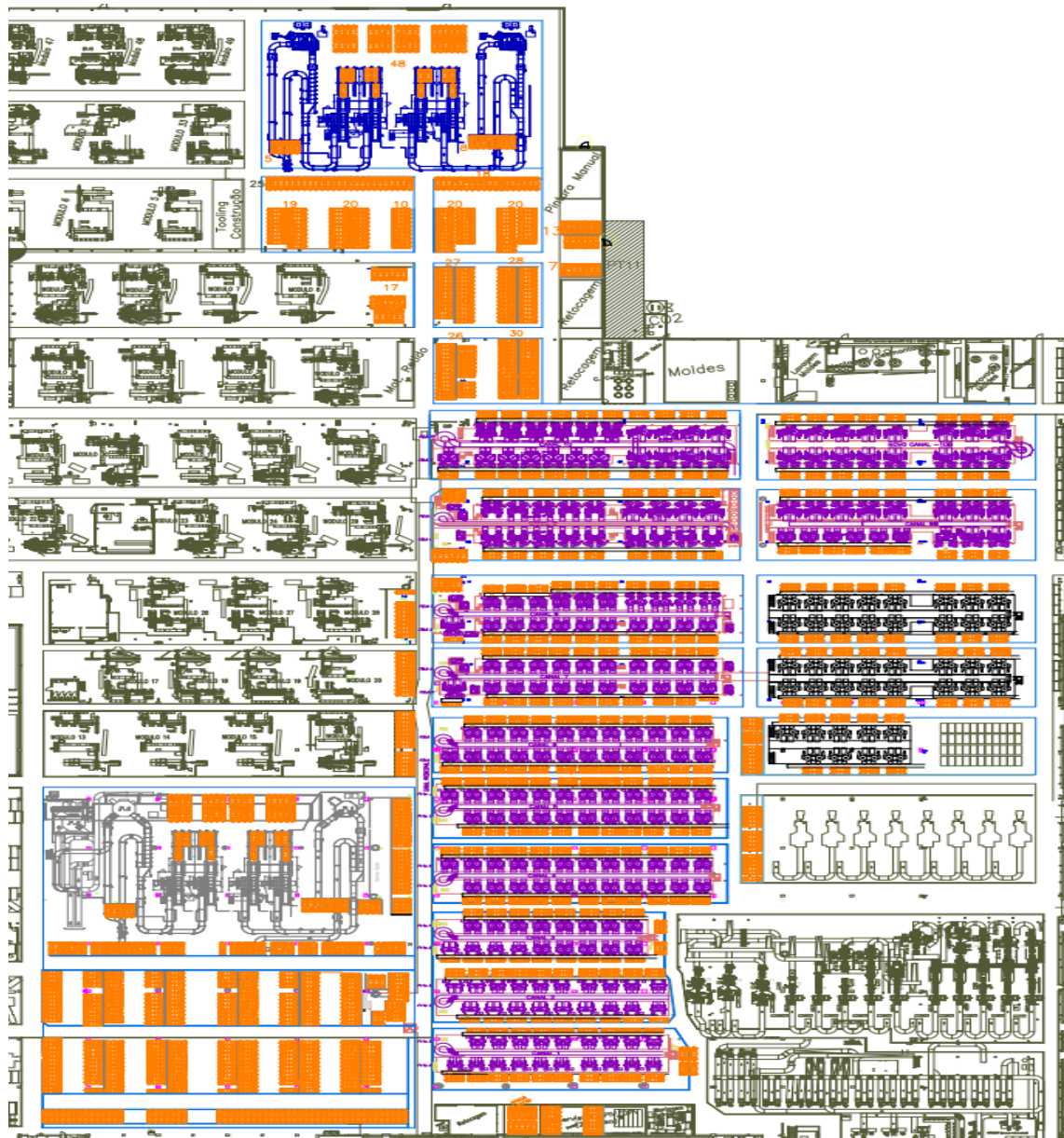


Figura 50 – *Layout* proposto para organização de carros e nova área de Pintura.

5.3 OBJETIVOS A ATINGIR E RESULTADOS PRELIMINARES

Todos os pontos de melhoria identificados no presente trabalho têm entre si um objetivo central, adequar o processo da logística interna da Continental dos meios para o aumento da capacidade produtiva previsto. Insere-se assim na estratégia global da empresa em se manter na presente trajetória de crescimento contínuo e sustentável.

Este objetivo central por sua vez está assente nos seguintes objetivos parcelares:

- Melhor conhecimento e gestão de stocks;
- Maior aproveitamento de espaço disponível na planta fabril;
- Maior organização dos processos;

- Melhoria dos fluxos produtivos;
- Gerar uma solução que provoque o menor impacto nos métodos de trabalho;
- Melhoria na utilização dos carros de pneus em verde;
- Melhoria nos planos de saúde e segurança no trabalho;
- E em especial uma produção mais eficaz e eficiente.

Apesar deste estudo se encontrar concluído, a sua implementação encontra-se na fase inicial. Mesmo assim, a análise realizada já permitiu que fossem antecipados algumas questões críticas na melhoria da logística interna da fábrica. Assim sendo, os layouts desenhados no presente estudo já foram considerados na expansão que está a decorrer atualmente. Importa também referir que todas as outras melhorias propostas estão em fase de aprovação e planea-se a sua implementação quando findadas as obras .

6. CONCLUSÕES

Ao longo deste texto foram apresentadas conclusões que permitiram sustentar as opções de melhoria propostas ao longo do projeto. Assim, nesta última secção é apresentada uma síntese das principais conclusões, consequências e relevância do trabalho realizado e também serão perspetivados futuros desenvolvimentos.

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto atingiu o seu objetivo principal de propor uma solução para a gestão de *stock* numa lógica de *FiFo* entre a secção de Construção e a Vulcanização dos pneus em verde da Continental Mabor.

Neste sentido, em primeiro lugar foi efetuada uma análise do processo entre a Construção, Pintura e a Vulcanização. Nesta análise foram identificadas quais as anomalias e perturbações na logística interna entre estas secções. No estudo ficou demonstrado que devido à ausência do sistema de transporte GTC em alguns módulos da construção, existe uma obstrução na área de abastecimento e saída da pintura (GTAL). Por esse motivo, conclui-se que a expansão do GTC a todos os módulos permitirá um menor congestionamento de pneus nesta secção e um aproveitamento relevante na área disponível.

Durante o estudo na planta fabril observaram-se e recolheram-se informações sobre as principais dificuldades encontradas na área. O maior problema identificado foi a falta de espaço para estacionamento de carros de pneus em verde.

Após esta observação e dum estudo abrangente, concluiu-se que era inviável a implementação de *FiFo* nas condições atuais. No entanto, a empresa encontra-se neste momento em expansão, no âmbito do Projeto *Route 17/20*. Com a expansão foram criadas novas áreas necessárias para possibilitar a implementação de *FiFo* e adquirir novos equipamentos para aumento da produção. Este novo espaço irá receber, mais 41 prensas e uma área de pintura separada da existente, devido à falta de espaço na zona envolvente da atual área de pintura.

Assim sendo, foi necessário elaborar novos *layouts* como complemento do Projeto *Route 17/20*, de forma a melhorar a organização e fluxos da futura área fabril. Tendo como objetivo primordial a maximização do número de lugares de parque e arranjar condições para a implementação de *FiFo*.

Outro problema identificado foi o desconhecimento de *stocks* de pneus e de carros ao longo de todo o processo a partir da Construção até à Vulcanização. Esta dificuldade foi identificada pelos transportadores, dado que nem sempre estes sabem onde se encontram os carros com o artigo que pretendem. Com vista a solucionar este problema, foi efetuado um estudo sobre as tecnologias existentes no mercado que permita colmatar este problema logístico. Foram avaliados vários sistemas de identificação automática, desde *softwares* de estacionamento, sistemas de código de barras, *RFID* e *Wi-fi RFID*. Tendo em consideração o caso de sucesso da implementação de um sistema de *Wi-Fi RFID* da *AeroScout®* na fábrica da Continental de Sarreguemines em França, optou-se por esta solução *Wi-Fi RFID* em detrimento da *RFID* tradicional. Esta solução não necessita de leitores adicionais, reduzindo os custos de implementação e tempo de instalação.

O impacto deste novo sistema de monitorização e geo-posicionamento dos carros de pneus têm um impacto mínimo no método de trabalho atual. Isso significa que não será necessário um esforço significativo em formação e adaptação dos trabalhadores ao novo sistema. Este sistema também resolverá alguns problemas ergonómicos sentidos atualmente pelos operadores pois existirá maior organização na disposição dos carros na planta fabril, logo melhores condições de trabalho.

Ainda assim, na perspectiva de que o projeto avançará, este terá um investimento aproximado de 200 mil euros.

Avaliadas as vantagens e desvantagens das propostas apresentadas, acreditamos que estas, no processo de fabrico do pneu, são uma mais valia para a Continental Mabor. A implementação de *FiFo*, embora parcial devido às prioridades, o conhecimento dos *stocks* por artigos em tempo real (*stock* no *GTC* e em carros), o conhecimento da quantidade de carros vazios, assim como, a inventariação em tempo real permitirão uma melhor eficiência do processo produtivo e sequenciamento da produção. Com estas soluções conseguirá-se contornar problemas como a descentralização das pinturas (mantendo ou até ganhando eficiência), como também existirá um *backup* de segurança devido ao armazenamento de informação no sistema *Wi-Fi RFID* (base de dados/*tags*).

Em suma, tendo em vista a expansão que está a decorrer na empresa, a tecnologia *Wi-Fi RFID* pela sua fiabilidade, facilidade de integração, menor impacto no método de trabalho, potencial de crescimento tecnológico e boa relação custo/benefício, perfila-se como a mais interessante solução para a implementação de solução para a gestão de *stock* e *FiFo* de pneus em verde na Continental Mabor.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO

Com vista à melhoria contínua da área que envolve o processo de fabrico do pneu, e no ponto de vista do autor, seria uma mais-valia para CMIP que no futuro seja implementado um sistema de armazenamento automático. Esta solução consiste num local de armazenamento temporário de pneus (ver anexo C), onde os movimentos são efetuados por equipamentos automáticos, sem intervenção humana. A maior vantagem deste tipo de armazenamento é a capacidade de aproveitamento do espaço fabril aéreo. Outra vantagem desta solução seria a melhoria na gestão de *stocks* e a possibilidade de garantir *FIFO*, sem constrangimentos. O investimento inicial para esta solução é uma das grandes desvantagens deste tipo de sistema. Por outro lado a constante falta de espaço para estacionamento dos carros de pneus em verde, suscita à solução de um armazém automático como uma solução interessante. Na Figura 51 está representado um armazém automático utilizado para carros de pneus em verde numa fábrica do grupo Continental.



Figura 51 – Armazém automático de carros de pneus em verde utilizado numa fábrica do grupo Continental [5].

Referências Documentais

- [1] Continental Mabor SA. Continental Mabor. Lousado, Portugal (2012).
- [2] O'Brien, R. . *An Overview of the Methodological Approach of Action Research*. University of Toronto, Faculty of Information Studies. (1998)
- [3] SUSMAN, G. I. - *Action Research: A Socio-technical Systems Perspective*-. Ed. G. Morgan. London: Sage Publications , 95-113. (1983)
- [4] Continental. (2012). Intranet Continental Mabor. Lousado, Portugal.
- [5] Continental AG. (2012). Continental AG. Alemanha.
- [6] Relatório contas Conti AG http://www.conti-online.com/generator/www/com/en/continental/csr/general/home/index_en.html
- [7] http://www.ctb.com.pt/?page_id=6207
- [8] OHNO, T - *Production System: Beyond Large-Scale Production*.- New York, USA: Productivity Press. (1988)..
- [9] WOMACK, J. P., Jones, D. T., & Roos, D.-. *The Machine that Changed the World*- New York, USA: Rawson Associates. (1990)
- [10] <http://pt.scribd.com/doc/3487636/Lean-Manufacturing-1Introducao>
- [11] PINTO, J. P. -*Lean Thinking: Introdução ao Pensamento Magro*. Comunidade Lean Thinking. . (2008).
- [12] PINTO, J. P.-*Lean Thinking, Criar Valor Eliminando Desperdício*-
<http://pt.scribd.com/doc/52886880/Joao-Pinto-Introducao-ao-Lean-Thinking>
- [13] MELTON, T. -*The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industrie*- Chemical Engineering Research and Design , 83 (6), 662-673. (2005).
- [14] ALMEIDA, R. M. - *Lean Manufacturing: Melhorar o Desempenho de Linhas de Produção*-Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial. Universidade de Aveiro. (2010)
- [15] LIMA, F. *As sete categorias de desperdício (MUDA)*:
<http://expressogq.blogspot.com/2009/11/as-sete-categorias-de-desperdicio-muda.html>. (2009)
- [16] BASTOS, João *Produção Integrada por Computador* (2011)
- [17] RODRIGUES, M. J. F.- *Implementação de práticas Lean numa linha de produção eletrónica*.- Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, FEUP, Universidade do Porto.(2012)

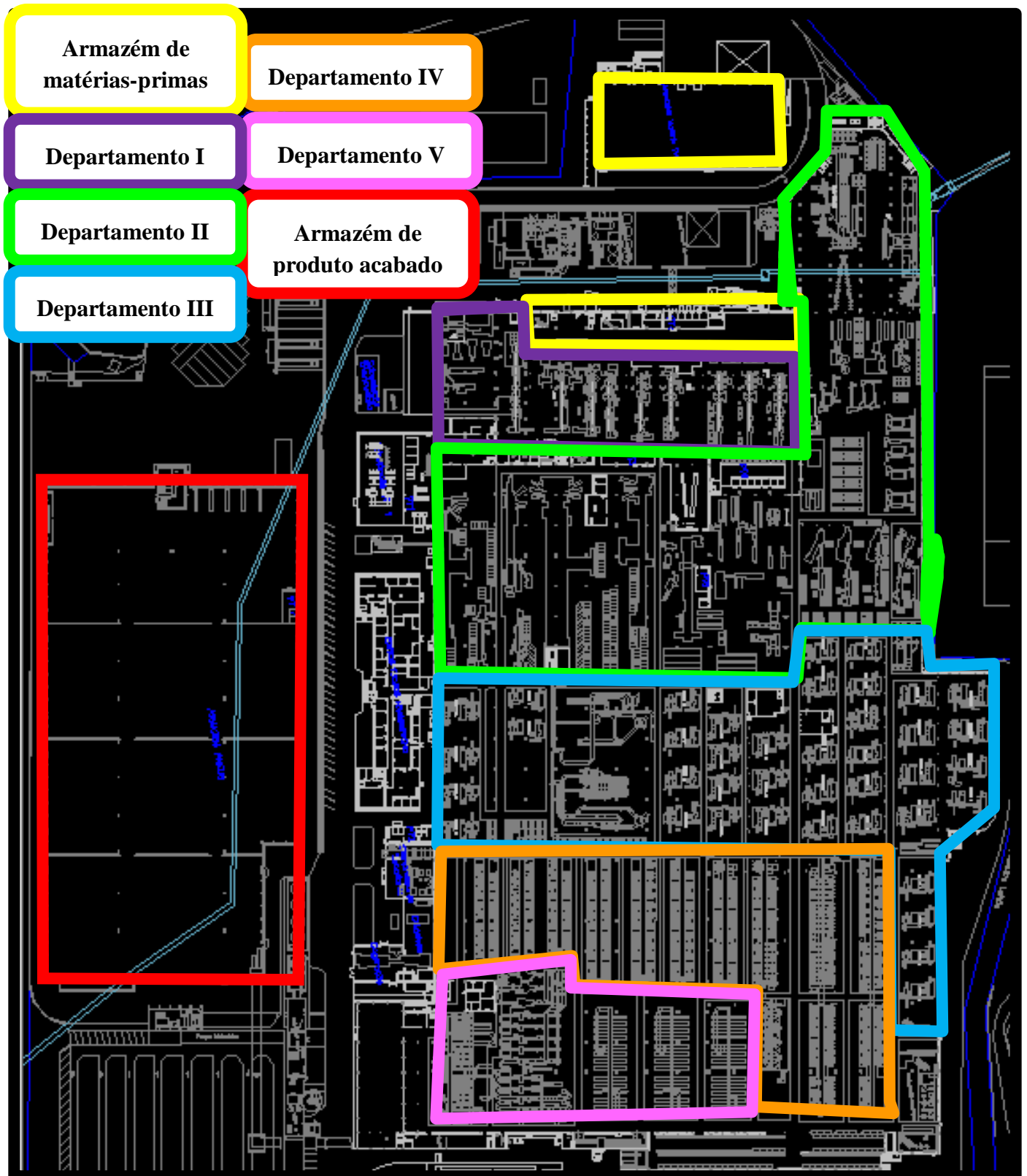
- [18] SANTOS, A.G- Controlo e monitorização da eficiência de uma linha de montagem-Universidade Aveiro.(2010)
- [19] ORTIZ, C. A.- Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line- New York: CRC Press. (2006).
- [20] REI, J.- RFID versus Código de Barras da Produção à Grande Distribuição- Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, FEUP, Universidade do Porto.(2010)
- [21] VIANA, J. A. P.- Tecnologias de apoio à monitorização de fluxos de pessoas e controlo de acessos- Dissertação realizada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, FEUP, Universidade do Porto.(2009)
- [22] PRATA, P. I. - *Sistemas de Localização para Ambientes Interiores Baseados em RFID*- Dissertação do Mestrado em Engenharia Electrónica e Telecomunicações. Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática. Universidade de Aveiro.(2008)
- [23] WIKIPÉDIA –Radio-frequency identification- Wikipedia, the free encyclopedia
- [24] AZEVEDO, Susana; FERREIRA, João; LEITÃO, João – *O Impacte Da Identificação por Rádio Frequência (RFID) no Desempenho das Empresas: Uma Proposta de Modelo de Avaliação* – Universidade da Beira Interior, Portugal
- [25] KIM, Kwang; RADINOVIC, Goran – *Feasibility Study Of RFID / Wi-Fi / BlueTooth Wireless Tracking System For Underground Mine Mapping* – Oklahoma. Atlanta, GA (2008).
- [26] MOEN, H. J. –*A Study of Wi-Fi RFID Tags in Citywide Wireless Networks*- Master of Science and Communication Technology. NTNU 2007
- [27] MOEN, H. J; Thomas, J. – *The Potential for Location-Based Services with Wi-Fi RFID Tags in Citywide Wireless Networks* .NTNU, NO- 7491, Trondheim, Norway.
- [28] BUSINESS CONTROL, 2008 http://www.business-control.pt/documentos/RFID_Pt.pdf
- [29] SWEDBERG, Claire – *Continental Tire Plant Increases Productivity, Reduces Waste* – RFID Journal, 2012, <http://www.rfidjournal.com/article/view/9466>
- [30] www.aeroscout.com
- [31] www.ekahau.com
- [32] SWEENEY, P. J. - *RFID For Dummies*- Hoboken: Wiley Publishing, Inc. (2005)
- [33] EBELo, V. H.P.- *Gestão de Armazéns - O Caso da Esmalglass Portugal S.A.* - Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial. Universidade de Aveiro. (2009)

Anexo A. Componentes do Pneu

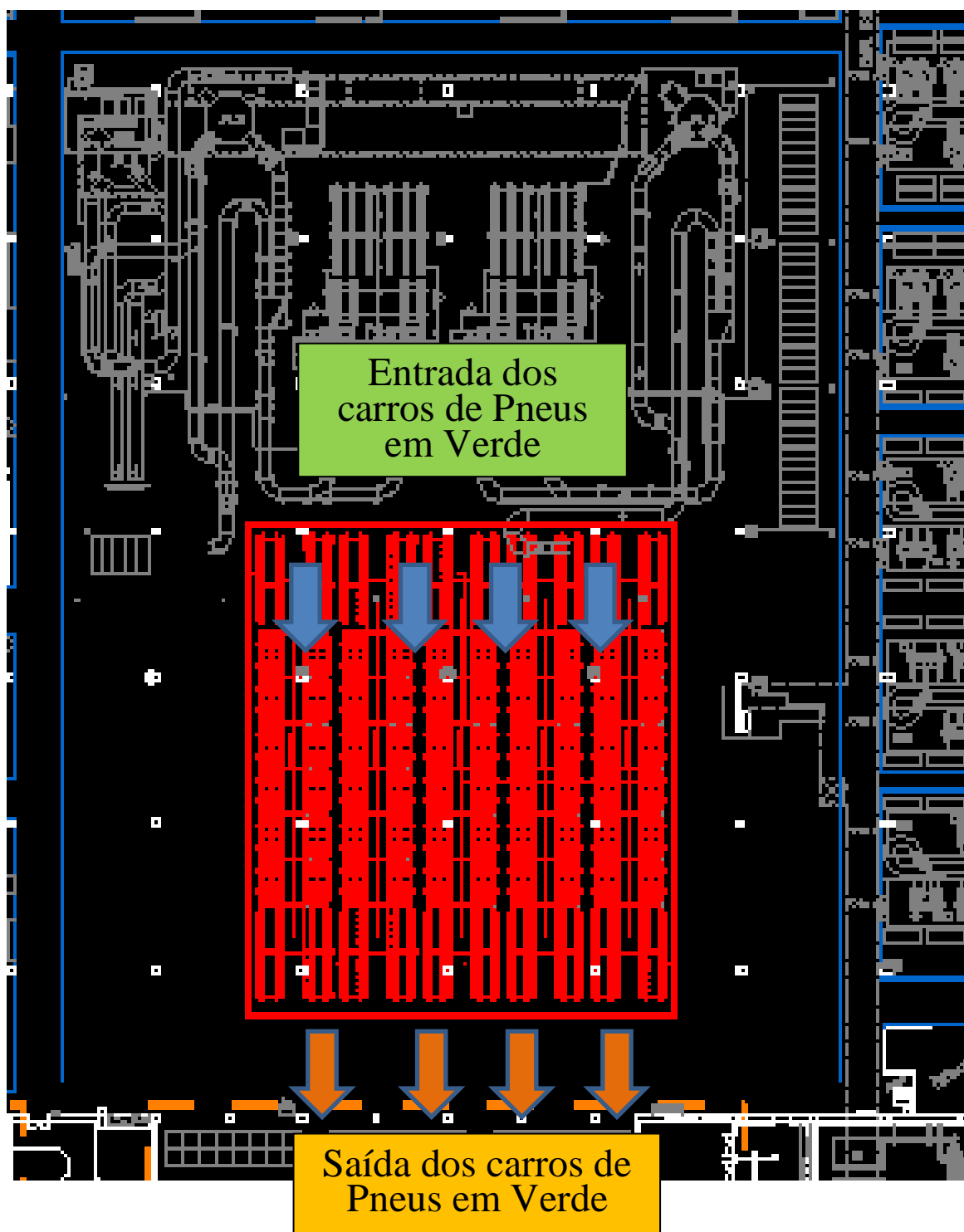
Descrição dos componentes de um pneu.

1	Piso		<p>Material: Borracha natural e sintética.</p> <p>Funções: Capa - fornece aderência, resistência ao desgaste e estabilidade direccional. Base - reduz a resistência ao rolamento e protege a carcaça. Extremo - garante a transição do piso para a parede.</p>
2	Cinta têxtil em espiral		<p>Material: Nylon coberto por camada de borracha.</p> <p>Funções: Promove a adaptabilidade para altas velocidades e precisão de fabrico.</p>
3	Cinta Metálica		<p>Material: Cordas de aço.</p> <p>Funções: Retém a forma e a estabilidade direccional. Reduz a resistência ao rolamento. Aumenta a longevidade do pneu.</p>
4	Tela têxtil		<p>Material: Poliéster ou rayon coberto de borracha.</p> <p>Funções: Fornece consistência ao pneu e mantém-no sob elevadas pressões internas.</p>
5	Camada estanque		<p>Material: Borracha butil.</p> <p>Funções: Retém o ar dentro do pneu Funciona como câmara de ar nos pneus modernos</p>
6	Parede		<p>Material: À base de borracha natural</p> <p>Funções: Protege a carcaça contra choques laterais e contra a degradação atmosférica.</p>
7	Cunha de talão		<p>Material: À base de borracha sintética</p> <p>Funções: Fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto</p>
8	Núcleo do talão		<p>Material: Fio de aço cobreado coberto com borracha</p> <p>Funções: Assegura que o talão assente com firmeza na Jante.</p>
9	Reforço do talão		<p>Material: Nylon coberto por camada de borracha.</p> <p>Funções: Fornece estabilidade direccional, precisão na condução e melhora o conforto</p>

Anexo B. *Layout* do sistema produtivo da fábrica



Anexo C. Esboço do *Layout* para Armazenamento Automático na CMIP



Anexo D. Tipologia de *Tags*

	Classificação	Descrição
Alimentação energética da tags	<i>Tags</i> ativas	A tecnologia active RFID contém uma bateria para alimentar todos os elementos.
	<i>Tags</i> passivas	A energia fornecida à etiqueta através do leitor, não contém bateria.
	<i>Tags</i> semi-passivas ou semi-ativas	Bateria acoplada que recebe energia através do leitor.
Alcance das tags	<i>Tags</i> de baixo alcance	Alcance entre 0,91m e 4,57m (para tags ativas) Menos de 0,46 m (para tags passivas).
	<i>Tags</i> de longo alcance	Mais de 45,72m (para tags ativas) 9,14m a 12,19m (para tags passivas).
Tipo de programação	<i>Tags</i> de programação de campo	A etiqueta pode ser programada em qualquer momento
	<i>Tags</i> de programação na fábrica	A etiqueta pode ser programada apenas no momento da produção - é uma etiqueta de leitura apenas
Capacidade	<i>Tags</i> de nível I	<i>Tags</i> que representam uma capacidade de apenas 1 <i>bit</i> . Estas são descritas como tags de detecção de presença
	<i>Tags</i> de nível II	<i>Tags</i> que em termos de capacidade vão desde de 8 <i>bits</i> até 128 <i>bits</i> . São usualmente utilizadas para identificação de pessoas ou objetos.
	<i>Tags</i> de nível III	<i>Tags</i> com capacidade superior a 512 bits. São designadas tags de transação/roteamento. Incluem uma considerável quantidade de informação para além da identidade.
	Etiqueta de nível IV	Estas geralmente contêm informação em formato de texto codificado em ASCII e são designadas por base de dados portátil

Tabela 4 – Tipologia de *tags* RFID [24].

Anexo E. Critérios de seleção de *tags RFID*

Segundo (Sweeney, 2005) [32] os critérios de selecção dos diferentes tipos de tags podem ser:

- Modificação da informação: existem tags que apenas podem ser lidas, outras que podem ser escritas/lidas várias vezes e aquelas em que só se escreve uma vez (mas podem ser lidas muitas vezes);
- Segurança da informação: capacidade de encriptar para que não possam ser lidas pelos leitores comuns;
- Quantidade de informação: podem conter desde 64 a 512 bits de informação;
- Custos: dependem do tipo de etiqueta, sendo que os custos destas têm vindo a diminuir;
- Normalizações e regulamentos: devido ao uso de frequências de rádio existem regulamentos que variam de país para país, sendo que na Europa variam de 850-930 MHz;
- Tempo médio de vida: as *tags* ativas e as semi-passivas usam bateria e têm associado um tempo de vida que corresponde ao da bateria, que pode ser substituída;
- Tamanho: as *tags* passivas por não possuírem bateria têm um tamanho menor ao das ativas e das semi-passivas;
- Distância de leitura: as *tags* passivas podem ser lidas até cerca de 10m de distância enquanto as ativas atingem distâncias de leitura acima dos 100m;
- Interferências: materiais como o metal e alguns líquidos podem interferir com as *tags* passivas, sendo as ativas menos suscetíveis de sofrerem problemas de comunicação com a antena;
- Como constatado, existem vários tipos de *tags*. Cabe aos interessados optar por aqueles que mais se adaptam às suas necessidades e recursos disponíveis, nomeadamente aos seus recursos financeiros uma vez que a diferença em termos de custos pode ser significativa.

Anexo F. *AeroScout T3 Tag* [30].

AeroScout T3 é a mais avançada etiqueta *RFID* baseada em *Wi-Fi* do mercado, da empresa que originou a indústria de *tags Wi-Fi*. A etiqueta *T3* é um dispositivo *RFID* ativo, sem fio, pequeno, alimentado por bateria, para a localização precisa e o rastreamento de qualquer artigo ou pessoa.

As *tags AeroScout* utilizam qualquer rede *Wi-Fi* padrão e em qualquer ambiente.

As mensagens das *tags AeroScout* podem ser recebidas e processadas por pontos de acesso sem fio padrão e pelos *Receivers* de Localização *AeroScout*, mantendo os custos de infraestrutura baixos e a instalação simples. As principais vantagens destas *tag* são:

- Tamanho pequeno e conveniente;
- A longa duração da bateria- podendo a sua bateria ter um tempo médio de vida até 4 anos;
- Capacidade de detecção em ponto de passagem;
- Confiabilidade em ambientes internos e externos;
- Mensagem por botão de chamada;
- Sensor de movimento interno;
- Funcionalidade de sensor e telemetria;
- Desempenho resistente e seguro;
- Programabilidade e armazenamento de *tags* - a etiqueta *T2* pode armazenar até 10 mensagens de 10 *bytes* cada;
- Indicação visual com vários *LEDs*;
- Compatibilidade e não interferência - são compatíveis com o padrão 802.11. As técnicas de detecção de canal da *tag* evitam a interferência de redes *Wi-Fi*. O uso de banda de frequência de 2,4GHz com baixo nível de potência garante que não haja interferência com outros dispositivos sem fio, tornando as *tags AeroScout* seguras para uso com equipamentos sensíveis. E também para que não haja nenhum impacto significativo no tráfego da rede;
- Gestões de *tags* - Estas podem ser programadas através de uma interface sem fios e em lotes de até 50 *tags* cada vez;

- Opções flexíveis de montagem e uso - o pequeno tamanho e peso da *tag*, a sua arquitetura conveniente, permitem a colocação em diversos artigos e pessoas;
- À prova de violações.

Anexo G. Tag Ekahau® A4 Asset

O Ekahau A4 é uma *tag* de localização ativa que oferece uma precisão de localização elevada utilizando uma rede Wi-Fi e sensores infravermelhos pré-existentes que podem ser utilizados em combinação com os transmissores de localização *beacon* da Ekahau. A *tag* A4 tem características impermeáveis à água e ao pó, é de pequenas dimensões e leve.

A *tag* contém dois botões configuráveis que podem ser utilizados para enviar sinais de alarme ou notificações. A *tag* inclui também um sensor ótico que envia alertas para notificar o sistema que a *tag* foi removida do objeto a que estava acoplado. O tempo médio da vida da sua bateria pode ir até 5anos. Este sistema suporta-se em comunicações de radiofrequência a 2,4GHz entre os pontos de acesso (*AP*) e *tags*, através dos quais se mede a força do sinal na receção. A *tag* é compatível com qualquer rede *wireless* de norma 802.11b/g/n. O *tag* dispõe um *display LED* e um *buzzer* que pode ser acionado para identificar a *tag* ou para alertar os operadores. A *tag* A4 pode ser configurado e gerido por comando, sendo assim não é necessário realocar ou tocar na *tag*.

O uso de sistemas de localização em tempo real (*RTLS*) tem vindo aumentar significativamente, à medida que organizações implementam nas indústrias tecnologias de *RFID* Ativas com base nas redes *Wi-Fi* (*Wi-Fi based RFID*) de forma a melhorar a produtividade e eficiência do negócio. Enquanto *RTLS* continuam a ter os benefícios básicos nas empresas, o próximo passo a evoluir já esta em processo que é o *UAV* (*Unified Asset Visibility*) que combina dados de parâmetros como localização, condição e estado de artigos moveis, vindos de diferentes sistemas já existentes e combina-os numa só solução, *UAV* permite às empresas que os processos desta decorrem assim numa forma mais eficiente e produtiva. As organizações têm necessidades complexas que frequentemente requerem a combinação de métodos de rastreio para usos múltiplos [10][25]. Muitas vezes, a escassez de rastreio de produtos críticos é um problema com impacto substancial para uma empresa. Indústrias e organizações têm vindo cada vez mais a reconhecer a necessidade e importância de rastreios que visam não só a localização mas também o estado, condição e dados sensoriais dos artigos.