

**Melhoria da logística interna na produção de pneus na  
Continental Mabor**

*Francisco Cresso Mendes*

**Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. José Barros Basto

Orientador na Continental Mabor: Eng. Armando Estevão



**FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2010-07-05

*Aos meus pais e irmã  
À Tita*

## Resumo

No sector da indústria automóvel qualquer ineficiência é paga com a perda de competitividade, sendo por isso fundamental encontrar soluções para as falhas de abastecimento na vulcanização. Este projecto de dissertação surgiu com o intuito de aumentar a eficiência da vulcanização, processo chave da produção de pneus, melhorando toda a sua logística interna.

Posto isto, começou-se por realizar estudos em cada fase do processo, desde a sua construção até à vulcanização, passando pelos diversos tipos de transporte envolvidos. Depois de recolhidos e analisados os dados no terreno, para as diferentes fases do processo, foram utilizadas as ferramentas de *Total Flow Management* e *5S's* para a procura de eventuais soluções. Além destas surge também a tecnologia de identificação por rádio frequência, vulgarmente conhecida por *RFID*, de forma a colmatar algumas falhas de controlo e monitorização de *stocks* intermédios.

Os resultados obtidos revelam alguma falta de organização/disciplina por parte de alguns operadores. A adopção de alguns métodos de trabalho, como é o caso do *Mizusumashi*, e algumas soluções mais tecnológicas, como o sistema de sincronização entre a vulcanização e os transportadores, irá com certeza reflectir-se em aumento da eficiência da vulcanização.

O estudo detalhado dos processos de produção do pneu permitiu identificar as melhores ferramentas a usar para resolver os problemas de ineficiência. Conclui-se assim que a resolução de alguns dos problemas de organização/disciplina por parte dos operadores, em conjunto com a aplicação do conceito do *Mizusumashi* e do sistema de sincronização entre o vulcanizador e o transportador podem solucionar muitas das falhas de abastecimento nas prensas de vulcanização. A monitorização dos stocks e o nivelamento na construção são também importantes para uma melhor gestão dos parques de carros de pneus em verde. Deve também ser construído um armazém automático de forma a colmatar a falta de espaço para o estacionamento dos carros, para uma maior disponibilidade de artigos assim como um acesso aos mesmos de uma forma rápida por parte do transportador.

## Improving the internal logistics in the production of green tires in Continental Mabor

### Abstract

In the automobile industry any inefficiency is paid with the lost of competitiveness, being therefore fundamental finding solutions to the supply disruptions in the curing.

This dissertation project arose with the intuition of increasing the efficiency of the curing process, a key process in the tire production, by improving all it's internal logistic.

That said, studies were conducted at each stage of the process, from its construction until the curing process, passing through the various types of transports involved.

Once all the data from the different parts of the process was collected and analyzed, *Total Flow Management* and *5S's* tools were utilized to find possible solutions. Besides those tools, *RFID (Radio Frequency Identification)* technology was also studed in order to fill some gaps in the control and monitoring of intermediate stocks.

The obtained results show some lack of organization/discipline by some of the operators. The adoption of some work methods, like the *Mizusumashi* concept, and some technological solutions like the synchronization between the curing and the transporters will, no doubt, reflect in the increase of efficiency of the curing.

The detailed study of the tire production processes allowed identifying the best tools to solve the inefficiency problems. It is concluded that the resolution of some problems of organization / discipline from the operators, together with the application of the concept of *Mizusumashi* and system synchronization between the curing operators and the transporters can solve many of the failures of supply in the curing. The monitoring of stocks and leveling in construction are also important for better management of car parks in green tire. It should also be built an automated warehouse in order to address the lack of space for the parking the cars, to the greater availability of articles as well as access to them in quickly by the carrier.

## **Agradecimentos**

Ao Eng. Armando Estevão pela oportunidade que me proporcionou e pela preocupação no acompanhamento de todo o projecto.

Ao Eng. Filipe Carvalho pelo seu apoio, incentivo e disponibilidade durante estes últimos meses. Tomo o seu rigor, exigência e dedicação como um exemplo a seguir na minha vida profissional pois acredito que só assim se pode aspirar a ter sucesso.

Ao Prof. José António Barros Basto pela disponibilidade e dedicação ao longo de todo o projecto.

A todos os membros da Direcção de Engenharia Industrial na Continental Mabor: Manuel Santos, Fernando Simões, José Salgueiro, Rui Pereira, Paulo Figueiredo e aos colegas estagiários Pedro, Tiago e Miguel pela disponibilidade e troca de conhecimento.

Ao Dr. Bonifácio pela ajuda com VBA e à Direcção de Produção pelo forte apoio.

De uma maneira geral, o meu obrigado a todos os docentes da FEUP pelo afino e trabalho dedicado que entregam à Instituição e que se traduz numa mais-valia para todos os alunos que, como eu, passam por esta “Casa”.

À Tita pela paciência, compreensão e amor sempre essenciais nos momentos de maior desânimo, obrigado Tita!

Aos meus pais por todo o apoio e por tornarem possível este momento.

Aos meus amigos: André, Valéria, Joana, Zebra, Quim, Xavi, Amandio, Vitor, João e todos aqueles que de alguma maneira me ajudaram.

## Índice de Conteúdos

1. Introdução .....	10
1.1. Continental Mabor S.A. ....	11
1.2. A melhoria na logística interna de pneus em verde na Continental Mabor .....	12
1.3. Método seguido no projecto .....	13
1.4. Temas abordados e sua organização no presente relatório .....	13
2. Fundamentos teóricos.....	14
2.1. Toyota Production System .....	14
2.2. Total Flow Management.....	15
2.3. RFID.....	23
2.4. 5S's .....	25
2.5. A cronometragem.....	25
3. Pneu - o processo .....	27
3.1. Descrição geral do processo produtivo .....	27
4. Estudo da logística interna .....	29
4.1. Construção.....	29
4.2. <i>GTC (Green Tire Conveyor)</i> .....	32
4.3. Pintura.....	33
4.4. Transportadores.....	34
4.5. Vulcanização.....	39
4.6. <i>Stocks</i> intermédios e gestão de carros de pneus em verde.....	40
5. Soluções propostas.....	44
5.1. Soluções a curto prazo.....	44
5.2. Soluções a médio prazo.....	45
6. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro .....	50
7. Referências .....	52
8. Anexo A: Formulário da construção.....	53
9. Anexo B: Formulário do estudo dos transportadores .....	54
10. Anexo C: Questionário vulcanização .....	55
11. Anexo D: Evolução do número de pneus no <i>GTC</i> .....	56
12. Anexo E: Diferencial: Carros vazios e carros cheios .....	57
13. Anexo F: Necessidade de carros para diferentes realidades .....	58
14. Anexo G: <i>Stock</i> por artigo em carro.....	60
15. Anexo H: Soluções a curto prazo.....	61
16. Anexo I: Esquema de funcionamento do RFID.....	63
17. Anexo J: Esboço de armazém automático na Continental Mabor.....	64

## Siglas

**5S's** - cinco palavras japonesas, todas começadas com a letra “s”, que estabelecem o ambiente cultural para a melhoria contínua e que permitem a criação de ambientes de trabalho adequados ao controlo visual e lean production.

**Módulo de construção** – célula na qual são montadas as diferentes partes de um pneu.

**FIFO (*first in first out*)** - sistema usado para manter ordem no processo de satisfação de pedidos dos clientes atendendo em primeiro lugar (*first out*) os primeiros pedidos (*first in*).

**GTC (*Green Tire Conveyor*)** – Conjunto de tapetes automáticos responsáveis pelo transporte dos pneus em verde da construção até à pintura.

**Heijunka** – palavra de origem japonesa que significa: nivelar ou tornar nível.

**Jidoka** - de origem japonesa que significa “automação com características humanas”. Isto significa que equipamentos e processos param na presença de erros ou defeitos.

**Just-in-time (JIT)** – sistema de produção repetitiva no qual o processamento e movimentação de materiais ocorre à medida que estes são necessários, usualmente em pequenos lotes.

**Kanban** – palavra de origem japonesa que significa “cartão”.O sistema *kanban* coordena o fluxo de materiais e de informação ao longo do processo de fabrico de acordo com o sistema *pull*.

**Layout** - arranjo físico dos recursos num determinado espaço de trabalho.

**Lead time** - tempo necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço.

**Mix** – quantidade de artigos diferentes a ser produzido.

**Mizusumashi** - vocábulo de origem Japonesa que significa aranha da água. Operador de abastecimento (interno) que fornece materiais aos diversos pontos de trabalho.

**Pintura** – processo de lubrificação interna do pneu.

**Pneu em verde** – designação de um pneu não vulcanizado.

**RFID (*Radio Frequency IDentification*)** – tecnologia de identificação por rádio frequência.

**SAP (*Systemes, applications and Product*)** - é um sistema integrado de gestão empresarial.

**Scheduling** – processo de decisão da distribuição dos recursos existentes.

**Scrap** – material não conforme sem possibilidade de ser reutilizado.

**Setup** - refere-se às actividades de mudança, ajuste e preparação do equipamento para o fabrico de um novo lote ou um novo produto.

**Shop floor** - área da fábrica onde os produtos são feitos.

**TFM (Total Flow Management)** – conceitos para a gestão da cadeia de abastecimento interna e externa.

**TPS (Toyota Production System)** - o único exemplo válido de um sistema *lean production*.

**Transportador** – operador responsável pelo transporte de pneus para a vulcanização.

**Vulcanização** – processo onde o pneu adquire as suas características mecânicas e aparência final.

**WIN-WIN** – relação onde o resultado é mutuamente benéfico para as partes envolvidas.

**WIP (*Work In Process*)** - material que se encontra em curso de fabrico.

## Índice de Figuras

Figura 1. Política da Continental Mabor. ....	10
Figura 2 – Instalações iniciais da Mabor A); instalações actuais da Continental Mabor B). ...	11
Figura 3. Diagrama do Toyota Production System. ....	14
Figura 4. Modelo do Total Flow Management. ....	16
Figura 5. Exemplo de um <i>layout</i> funcional. ....	17
Figura 6. Exemplo de um <i>layout</i> de processo. ....	18
Figura 7. Logística interna por empilhador e por Mizusumashi. ....	21
Figura 8. Exemplo de um Value Stream Map antes e depois. ....	23
Figura 9. As etapas do 5S. ....	25
Figura 10. Misturação. ....	27
Figura 11. Preparação. ....	27
Figura 12. Construção. ....	27
Figura 13. Vulcanização. ....	28
Figura 14. Inspeção final. ....	28
Figura 15. Colocação dos pneus pintados (a preto) em carros de 20 A) e em carros de 12 B). .....	33
Figura 16. Modelo de layout da zona de pintura com a representação dos fluxos. ....	34
Figura 17. Comboio logístico dos transportadores. ....	35
Figura 18. Layout dos processos de construção, pintura, vulcanização e inspeção final. ....	45
Figura 19. <i>Layout</i> utilizado nas <i>High tech cells</i> ....	46
Figura 20. Exemplo de <i>layout</i> para uma fábrica de pneus na Índia. ....	46
Figura 21. Funcionamento do sistema de identificação (RFID). ....	48
Figura 22. Etiqueta de RFID para altas temperaturas e pressões. ....	48
Figura 23. <i>Heijunka Box</i> usada para nivelar a produção. ....	49
Figura 24. Armazém automático de carros de pneus em verde utilizado numa fábrica do grupo Continental. ....	49

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Motivo do enchimento de carros na construção.....	29
Gráfico 2. Número de carros cheios por paragem de <i>GTC</i> por módulo.....	30
Gráfico 3. Rácios do número médio de carros usados por hora para todos os turnos.....	30
Gráfico 4. A) Ritmo de produção na construção para os 3 turnos semanais. B) Ritmo de produção na vulcanização.....	31
Gráfico 5. Tempo de transporte médio entre o módulo de construção e a pintura.....	32
Gráfico 7. Distribuição do tempo gasto pelos transportadores num conjunto de filas junto da pintura (A, B, C).....	36
Gráfico 8. Distribuição do tempo gasto pelos transportadores num conjunto de filas distantes da pintura (R, S). .....	36
Gráfico 9. Taxas de ocupação dos transportadores. ....	37
Gráfico 10. Ocupação média por filas e respectivo número médio de artigos por dia durante o estudo.....	37
Gráfico 11. Ocupação média por filas e respectivo número de prensas a abastecer. ....	38
Gráfico 12. Número médio de carros transportado por operador.....	38
Gráfico 13. Tempo médio perdido pelo vulcanizador para se deslocar aos parques.....	40
Gráfico 14. Tempo médio de paragem de um molde por falta de abastecimento. ....	40
Gráfico 15. Valores do <i>stock</i> em <i>GTC</i> e restante. ....	41
Gráfico 16. Variação do número de carros em <i>stock</i> do artigo 791 e respectivo <i>survival time</i> . .....	43

## 1. Introdução

Sendo a indústria automóvel um sector exigente e em constante evolução, é necessário que as empresas envolvidas se esforcem para o aumento da sua produtividade, procurando sempre estar na linha da frente. Apenas as empresas que consigam criar produtos com qualidade, a preços competitivos, respondendo rapidamente às necessidades do cliente, extremamente exigente neste sector, conseguirão atraí-lo.



Figura 1. Política da Continental Mabor.

Assim sendo, a política da Continental Mabor (Figura 1) assenta nos Princípios de Base do Grupo, cujo foco principal é a "Criação de Riqueza". Esta é obtida através de programas de melhoria contínua e de uma gestão orientada para um crescimento rentável e sustentado.

Com base nesta filosofia surgiu este projecto – Melhoria da logística interna na produção de pneus em verde na Continental Mabor - desenvolvido na Direcção de Engenharia Industrial da Continental Mabor – Indústria de pneus S.A. - visando o aumento da produtividade global da empresa, pela melhoria da eficiência do processo de vulcanização. Pretendia-se assim otimizar os fluxos e a gestão dos parques de carros de pneus em verde, entre o processo de pintura e vulcanização.

## 1.1. Continental Mabor S.A.

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 manufactura 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 2 – Instalações iniciais da Mabor A); instalações actuais da Continental Mabor B).

Em Julho de 1990, iniciou-se o grande programa de reestruturação que transformou as antigas instalações da Mabor na mais moderna das, então, 21 unidades da Continental (Figura 2). 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. Actualmente a Mabor tem uma capacidade de produção média de 48.000 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, no fim deste ano, ter uma capacidade instalada de cerca de 52.000 pneus/dia.

Produzindo, inicialmente, apenas pneus da marca Mabor, a gama da Empresa é, actualmente, 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), pneus "Spare" vulgarmente conhecidos por pneus suplentes e iniciou recentemente a produção de pneus de jante 20 polegadas.

Mais de 98% da produção destina-se à exportação. 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 tem uma superfície total de 202.610 m<sup>2</sup> e uma superfície coberta total de cerca de 99.933 m<sup>2</sup>. Contando com aproximadamente 1.500 colaboradores, a empresa funciona com 5 turnos – 3 turnos à semana e 2 ao fim-de-semana (com rotatividade semanal entre si) – durante os 7 dias da semana e 24h por dia.

### **1.1.1. A Direcção de Engenharia Industrial da Continental Mabor S.A.**

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito da Direcção de Engenharia Industrial. Esta conta actualmente com 7 colaboradores a tempo inteiro.

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

- Estudar e calcular os tempos-padrão e elaborar os métodos de trabalho;
- Definir o "*layout*" fabril em conjunto com as outras Direcções;
- 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, de forma a melhorar, continuamente, a eficiência e produtividade;
- Efectuar estudos sobre os processos produtivos e participar em projectos de melhoria com outras áreas.

### **1.2. A melhoria na logística interna de pneus em verde na Continental Mabor**

Com o objectivo de melhorar a eficiência do processo de vulcanização através do seu estudo e com vista a uma melhoria de toda a logística interna dos pneus em verde, surge este projecto na Continental Mabor. Foi então feita uma análise a 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.

A pouco eficiente alimentação do processo de vulcanização e a falta de espaço para o estacionamento dos carros com pneus em verde, parque este que serve de *buffer* entre o processo de pintura e o de vulcanização, são os problemas que deram origem a este projecto.

### **1.3. Método seguido no projecto**

Para a elaboração deste projecto fez-se uma análise detalhada de cada etapa envolvida desde a construção do pneu até à sua vulcanização.

Na construção recolheram-se dados que permitissem conhecer as razões e frequência pelas quais os carros são carregados nos módulos de construção, não seguindo deste modo o seu percurso normal através de tapetes transportadores. Em simultâneo foi feito um levantamento de todas as tarefas dos transportadores de pneus em verde, assim como do tempo gasto nas mesmas. Na vulcanização, contabilizaram-se as paragens das prensas e quantificaram-se os tempos perdidos pelos operadores.

Posteriormente, estudaram-se as evoluções dos *stocks*, quer em *GTC – Green Tire Conveyor* - quer em carros colocados nos parques.

Depois de recolhidos e analisados os dados, tiraram-se conclusões e, com base nas mesmas, elaboraram-se propostas de melhoria. Estas estão divididas em soluções de fácil implementação, que deverão ser implementadas a curto prazo ao nível de organização de espaços e métodos de trabalho, e soluções mais elaboradas, que deverão ser aplicadas assim que as soluções anteriores estiverem implementadas

### **1.4. Temas abordados e sua organização no presente relatório**

O presente relatório encontra-se estruturado da seguinte forma:

**Capítulo 1** - pequena introdução à empresa e ao departamento onde decorreu o projecto. É feita também uma descrição do problema do qual resulta este projecto.

**Capítulo 2** – introdução de alguns dos conceitos usados ao longo do projecto.

**Capítulo 3** – apresentação de uma breve descrição de todo o processo produtivo de um pneu.

**Capítulo 4** - análise individual das diferentes etapas do processo produtivo de um pneu em verde.

**Capítulo 5** – descrição das soluções que devem ser implementadas a curto prazo e a médio prazo.

**Capítulo 6** - apresentação das conclusões do projecto.

## 2. Fundamentos teóricos

Decorria o ano de 1950 quando Eijii Toyoda, um jovem engenheiro da Toyota Motor Corporation, se deslocou até Detroit, à fábrica de Henry Ford onde produzia os seus modelos num sistema de produção em massa. Depois de um estudo intenso à maior fábrica de automóveis do mundo, Eijii regressa ao Japão referindo que existem possibilidades de melhoria no sistema utilizado por H. Ford. Foi assim que Toyoda conjuntamente com Taiichi Ohno criam o *Toyota Production System* (TPS) (Womack, Jones, & Roos, 1990).

### 2.1. Toyota Production System

O TPS não é mais do que uma filosofia de produção, que tem por objectivo eliminar todos os desperdícios no processo produtivo, através da utilização de algumas ferramentas criadas por Ohno e Toyoda e de uma focalização na melhoria contínua por todos os intervenientes no processo. Segundo (Shingo, 1989) o *Toyota Production System* é 80 % eliminação de desperdícios, 15 % sistema de produção e apenas 5 % *kanban*.

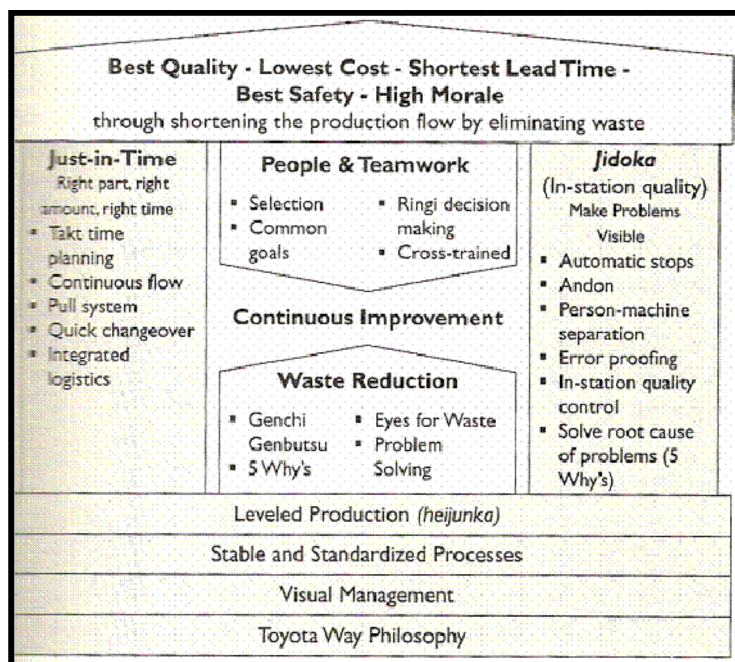


Figura 3. Diagrama do Toyota Production System.

Fonte: [www.leanproductionforum.co.uk/dissertation/definition.php](http://www.leanproductionforum.co.uk/dissertation/definition.php)

O diagrama do TPS (Figura 3) pretende estabelecer uma analogia entre este sistema e a estrutura de uma casa, pois para que esta seja consistente a sua base, pilares e telhado também têm de o ser. Melhorar a qualidade, baixando o custo e reduzindo o *lead time* são os objectivos deste sistema. Por isso um dos pilares deste sistema é o *just-in-time*, que permite ter os componentes correctos, na quantidade exacta no tempo certo. O outro pilar, *jidoka*, consiste em impedir que um componente defeituoso passe para o processo seguinte sem que se conheça a origem do problema. 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.

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.

O **excesso de produção** é o desperdício mais comum num ambiente industrial. Produzir mais do que o necessário, mais rápido do que o que é preciso e antes de ser necessário é uma prática perigosa.

A **espera** ocorre quando os processos não estão sincronizados fazendo com que o operador tenha de esperar. Possíveis causas de espera são mau balanceamento, falta de material, setups nas máquinas, avarias, etc.

O **transporte de material** é uma actividade que requer mão-de-obra e equipamento, ou seja, dinheiro, no entanto esta actividade não acrescenta qualquer valor ao produto.

Os **sobre-processamentos** são todas as operações excessivas feitas ao longo do processo produtivo, devido à falta de normalização e controlo do processo, originando operações desnecessárias.

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 sistemas de armazenamento.

A **movimentação de operadores** deve ser minimizada, reduzindo-se todos os movimentos nos quais o operador não está a acrescentar valor ao produto.

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*.

Segundo (Ortiz, 2006) existe ainda um oitavo desperdício, o **potencial humano**. Este afirma que não usar o potencial individual dos operadores ou colocá-los em posições onde eles se sentem desconfortáveis, pode levar a cometer mais erros e tomar decisões que levam ao desperdício.

## 2.2. Total Flow Management

Tendo como base os conhecimentos desenvolvidos pela Toyota surge o modelo *Total Flow Management* (TFM), criado pelo Kaizen Institute e publicado em livro (2009) pelo Eng.º Euclides Coimbra.

O *Total Flow Management* surge dos 25 anos de experiência do Kaizen Institute na aplicação da filosofia *Kaizen* (Kai= mudar; Zen= melhor) e *Lean*, sendo que este modelo permite a aplicação do *Toyota Production System*, não apenas no interior da fábrica mas em toda a cadeia de abastecimento.

Este modelo detalhado permite uma maior gestão das operações baseado na criação de *pull flow*, ou seja, a logística interna e externa estão organizadas de maneira a que um pedido pelo

cliente gere um fluxo de informação e de material. Para que estes fluxos se tornem óptimos será necessário eliminar o desperdício do material em espera (Coimbra, 2009).

O modelo do *Total Flow Management* (Figura 4) mostra-nos que a criação dos fluxos de produção e logística, interna e externa, estão assentes na fiabilidade básica, para que assim possam ser projectados os fluxos na cadeia.

## TFM - Total Flow Management

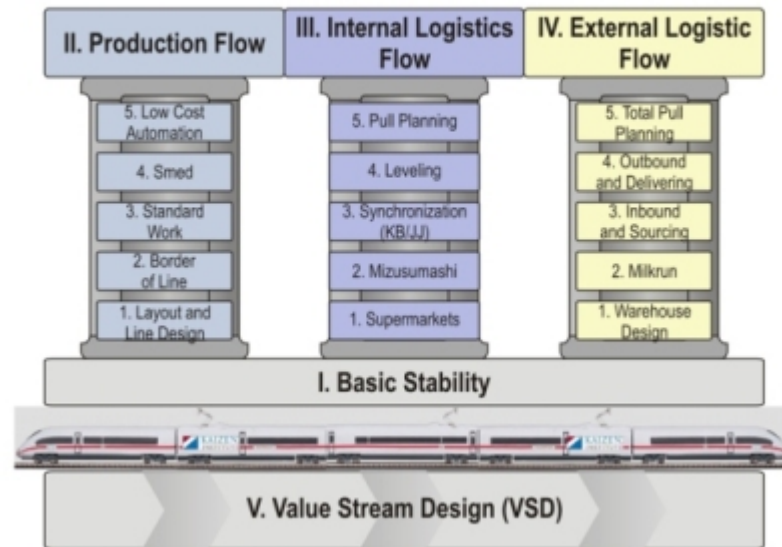


Figura 4. Modelo do Total Flow Management.

Fonte: [http://br.kaizen.com/fileadmin/DATA/kaizen\\_br/Images/TFM\\_03.jpg](http://br.kaizen.com/fileadmin/DATA/kaizen_br/Images/TFM_03.jpg)

### I. *Fiabilidade básica*

Para que a criação de fluxos seja possível é necessário que exista uma estabilidade básica nos designados 4M's, sendo eles:

- Mão-de-Obra: é essencial que existam as competências necessárias para a correcta execução das tarefas, a taxa de absentismo seja baixa, e que o horário estipulado seja cumprido.
- Material: controlo das necessidades para que não existam rupturas de *stock*, boa comunicação com os fornecedores para que não existam atrasos nas entregas.
- Máquina: tempo de máquina parada por avaria deve ser o mais reduzido possível, para assim usar toda a capacidade da máquina.
- Método: os processos devem estar todos normalizados.

Existindo uma estabilidade nestes campos podemos então começar a criar os fluxos de produção, logística interna e logística externa.

## II. Fluxo na Produção

A criação de fluxos na produção vai estar dependente da existência de um fluxo contínuo, reduzindo o *WIP (work in process)*, desde a matéria-prima até ao produto final. Para isso será necessário minimizar os movimentos dos operadores e do produto entre processos, diminuir operações que não acrescentem valor ao produto, produzir pequenos lotes, criar linhas de produção flexíveis, para que a passagem de um artigo para o próximo processo possa ser feita com rapidez, e utilizar soluções de automação simples (para que a eficiência do operador seja maior). Para isso a elaboração de um bom *layout* fabril é fundamental para a criação de um fluxo na produção, como se vai explicar de seguida.

1. **Layout e desenho das linhas:** existem dois tipos de *layouts*, o funcional e o de processo.

No **layout funcional** (Figura 5) as máquinas estão agrupadas de acordo com a sua função. Neste tipo de organização os processos estão agrupados, daí existir a necessidade de se produzirem lotes de grandes quantidades e consequentemente teremos *WIP* elevado. Neste tipo de *layout* o *lead time* será sempre elevado, uma vez que a produção de lotes de grande dimensão acarreta um aumento da espera e, consequentemente, do desperdício.

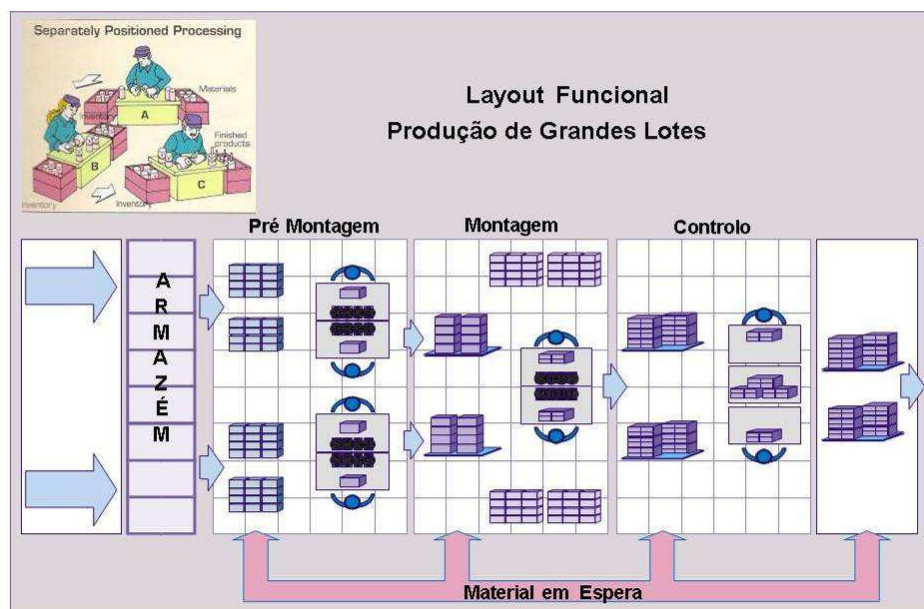


Figura 5. Exemplo de um *layout* funcional.

Fonte: Manual TFM, Kaizen Institute

As consequências deste tipo de *layout* são:

- Stocks elevados: antes da passagem para o próximo passo do processo tem de se formar um lote, pelo que o inventário será tanto maior quanto mais operações existirem. Por outro lado, ao existirem lotes entre processos, a utilização do *shop floor*, meios de armazenamento e sistemas de gestão do mesmo vão aumentar os custos de produção.
- Necessidade de movimentação do material: é necessário que o material seja movimentado entre as diferentes operações, o que leva, inevitavelmente, à utilização

de mão-de-obra e meios de transporte, no entanto este transporte não adiciona valor ao produto final.

- Lead time elevado: sendo que o material vai ficar em espera entre processos até que os lotes fiquem completos e só depois são movimentados para o processo seguinte, o tempo decorrido entre a primeira e última operação será longo, o que não permitirá responder com rapidez a um pedido do cliente. Adicionalmente, as anomalias só serão detectadas no processo seguinte após a produção de um lote, ou seja, o problema não é detectado com rapidez e produzindo-se um lote com defeito.

No caso do **layout de processo** (Figura 6), este está organizado em seqüências de operações e máquinas, podendo estas estarem ligadas por uma ou mais passadeiras que transportam o produto ao longo das diferentes operações. Este conceito de fluxo unitário permite que a peça flua ao longo dos processos, sem que haja a necessidade de criação de lotes ou *stocks* elevados entre operações.

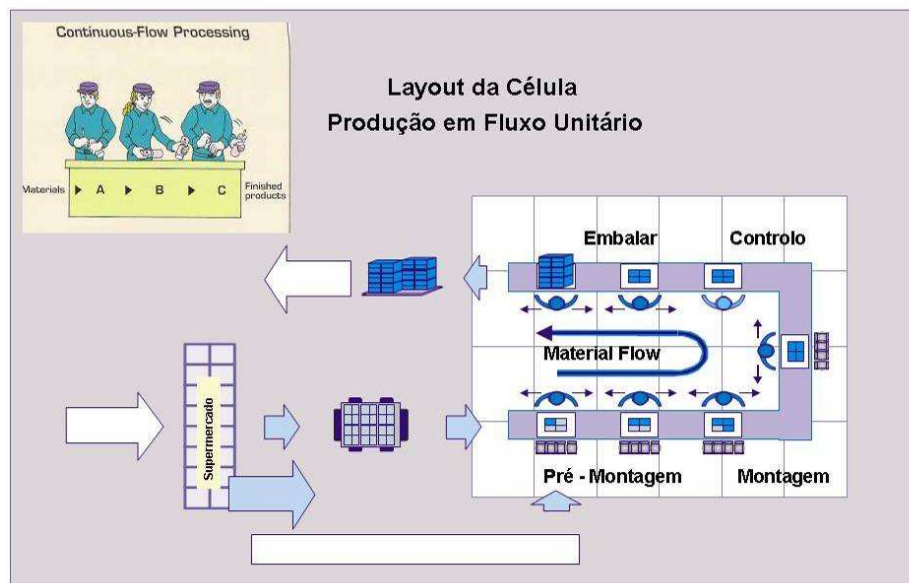


Figura 6. Exemplo de um layout de processo.

Fonte: Manual TFM, Kaizen Institute

Assim sendo as consequências deste tipo de *layout* são:

- Stocks reduzidos: uma vez que quando a operação numa peça está finalizada, esta passa para a passadeira e consequentemente para a próxima etapa (sem que para isso necessite de ser formado um lote). Desta forma são reduzidos todos os custos de armazenagem e gestão do inventário.
- Necessidade de transporte entre processos inexistente: uma vez que todos os processos estão próximos uns dos outros, não há necessidade de transporte, logo não vai ser necessária mão-de-obra ou veículos de transporte.
- Lead time reduzido: aqui o *lead time* vai ser mais reduzido do que no *layout* anterior uma vez que não há formação de lote entre as operações, ou seja, quando uma

operação é finalizada é encaminhada para a operação seguinte. Desta forma vai haver uma resposta mais rápida a uma peça que surja defeituosa.

Cada vez mais as empresas têm de conseguir ter uma linha flexível para que seja viável produzir-se vários artigos na mesma linha. As tendências dos mercados exigem um aumento na complexidade (ou *mix*) de produção. Apenas com *layouts* deste tipo é possível responder a um mercado cada vez mais exigente em termos de tempos de resposta e capacidade de produzir vários artigos em pequenas quantidades.

2. **Bordo de linha:** todo o material necessário para cada operação ser executada deve ser colocado de forma a minimizar o movimento do operador da linha, assim como o do operador de abastecimento. A operação de abastecimento deve ser intuitiva e rápida para que o operador da linha não desperdice tempo à espera dos materiais necessários.
3. **Standard work:** segundo (Ortiz, 2006) esta é a melhor forma de trabalhar, sendo mais eficiente, segura e mais prática. Todos os procedimentos devem ser documentados e padronizados para que o operador saiba exactamente o que fazer, quando fazer e quanto tempo tem para o fazer. Desta forma reduz-se a variabilidade que pode existir dentro de um processo.
4. **SMED (Single Minute Exchange of Dies):** é um conceito que visa reduzir o tempo de preparação do sistema produtivo para a execução de um dado lote. Qualquer máquina que possua um tempo de transição longo deverá ter um excesso de capacidade, para assim conseguir compensar os tempos de paragem e aumentar a sua produtividade. Para que o fluxo seja contínuo é necessário garantir um *buffer* a jusante da máquina na qual se está a fazer o *setup*. Assim sendo, um esforço no sentido de reduzir o tempo de *setup* traduz-se em reduções no desperdício de excesso de produção e operações que não trazem valor acrescentado ao produto.

Segundo (Shingo, 1989) existem 8 técnicas para reduzir o tempo de setup:

- 1) Distinguir operações internas de externas: identificar quais as operações que podem ser feitas enquanto a máquina está em funcionamento (operações externas) e as operações feitas apenas quando a máquina está parada (operações internas).
- 2) Converter operações internas em externas: examinar todas as operações internas de setup e tentar transformar algumas delas em externas.
- 3) Padronizar a função: a uniformização das partes funcionais das ferramentas permite usar a mesma peça para diferentes setups.
- 4) Substituir parafusos por apertos rápidos: num parafuso que precise de 15 voltas até o aperto entre as duas partes estar completo, apenas 1 volta realiza o aperto sendo as restantes 14 desperdício de tempo. Estes devem ser substituídos por parafusos de aperto rápido e molas de modo a diminuir o desperdício de tempo.
- 5) Utilização de jigs: um *jig* é um tipo de instrumento utilizado para controlar a localização e / ou movimento de uma outra ferramenta. Alguns dos atrasos nas operações internas são devidos a ajustes de posicionamento que podem assim ser reduzidos.

- 6) Executar operações paralelas: em muitos casos é necessário realizar operações em lados opostos da máquina, o que resulta na deslocação do operador durante o setup. Para o evitar a operação deve ser executada por dois operadores, para assim reduzir o tempo de setup.
- 7) Eliminar ajustes: geralmente ajustes e ensaios representam 50 a 70 % das operações internas de *setup*. Existem duas operações distintas na calibração, uma delas é a definição, que ocorre quando é necessário definir os novos limites, a outra é o ajuste que consiste no teste dos novos limites e consecutivos ajustes necessários até que estes estejam correctos.
- 8) Mecanização: é essencial que as ferramentas de grandes dimensões sejam movimentadas de forma eficaz utilizando recursos adequados como, por exemplo, o ar comprimido.

Como veremos mais à frente estas técnicas simples possibilitam um aumento da flexibilidade e a diminuição no tamanho dos lotes, sendo estes factores cada vez mais cruciais na competitividade das empresas.

5. **Automação de baixo custo**: criar dispositivos pouco dispendiosos que permitam melhorar a eficiência da produtividade.

### III. ***Fluxo na logística interna***

A logística interna engloba todos os movimentos de material na fábrica assim como o fluxo de informação vindo desde o cliente. Para que este movimento seja feito de uma forma eficaz é necessário que este fluxo de informação se transforme em pedidos de produção de uma forma rápida.

Para atingir este fim o modelo TFM utiliza várias ferramentas tais como:

1. **Supermercados**: são locais que ajudam a que a operação de *picking* seja rápida e fácil, garantindo o FIFO (*First In First Out*) e permitindo nivelar o *stock* de acordo com a procura, uma vez que quando é retirado um artigo é gerada uma informação, que pode ser simplesmente visual, para que esse artigo seja repostado.
2. **Mizusumashi**: é a palavra japonesa para “aranha de água”, caracterizada pela sua rapidez de movimentação. O *Mizusumashi* é um operador de logística interna responsável pelos fluxos de material e informação. Toda a informação relacionada com ordens de produção, assim como a movimentação dos materiais, deve ser feita por este entre os supermercados e o bordo de linha, através de rotas e intervalos de tempo definidos.

Este conceito de operador de logística interna difere do habitual empilhador, o qual se desloca sempre que há necessidade de transportar um pedido feito e volta a fazê-lo sempre que surja outro pedido, assemelhando-se a um táxi: uma vez que recebe a informação, desloca-se até ao material e transporta-o para o local onde este foi pedido. O conceito do *Mizusumashi* é um pouco diferente uma vez que este percorre um circuito que passa pelo local de *picking* e pelo bordo de linha, repetindo-o com intervalos de tempo definidos. Aquando da passagem pelos

diferentes locais do bordo de linha, este verifica quais os artigos que terá de transportar na seguinte passagem, daí a sua semelhança com um metro. Para o transporte o operador utiliza um comboio logístico como o apresentado na Figura 7, no qual estão atrelados os diferentes artigos que vão abastecer o bordo de linha. O operador é também responsável por realizar a logística inversa, ou seja, recolher contentores vazios e lixo resultante da produção.

Em termos de rapidez de entrega de um contentor o empilhador é mais rápido, no entanto o *Mizusumashi* é muito mais eficiente uma vez que entrega mais contentores numa só viagem.

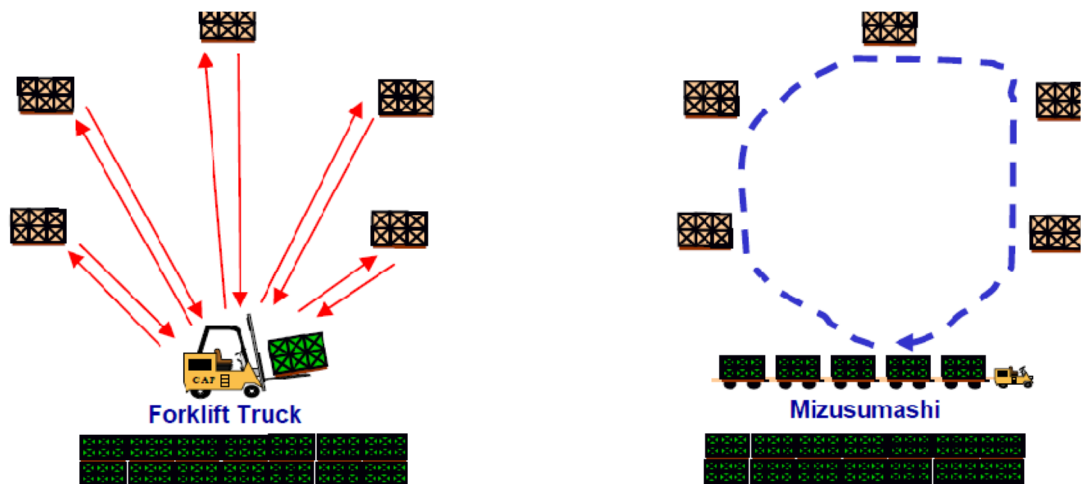


Figura 7. Logística interna por empilhador e por Mizusumashi.

Fonte: Manual TFM, Kaizen Institute

Este conceito de logística interna vai ser abordado mais à frente neste relatório uma vez que, embora o transporte de pneus em verde seja feito com comboios logísticos, não existe um percurso fixo estipulado e muitas vezes o transportador funciona num sistema tipo empilhador, pois recebe um pedido e faz o transporte de apenas esse pedido.

- Sincronização:** criação de meios de informação que permitem a coordenação entre a logística interna e a produção. O operador responsável pela informação de sincronização é o *Mizusumashi*. Existem duas técnicas para alcançar a sincronização, o *Kanban* e o *Junjo*.

O sistema de sincronização com *Kanban* (significa cartão) utilizado pelo *Mizusumashi* deve funcionar como é descrito a seguir: no bordo de linha o operador verifica se existem contentores vazios, os quais contêm um cartão onde está definido o código do artigo, a quantidade, a identificação do bordo de linha e a sua localização no supermercado. Recolhe o contentor vazio com o respectivo cartão e, regressando ao supermercado, recolhe um contentor com as especificações do cartão anteriormente recolhido, sendo depois entregue no bordo de linha correspondente no próximo ciclo de viagem.

O sistema de *Kanban* pode ser usado de uma forma mais automática, por exemplo através de um sistema informático, onde o operador do bordo de linha regista no

sistema que o contentor “x” ficou vazio, sendo esta informação recebida pelo *Mizusumashi* no local de *picking*, podendo assim na próxima viagem levar o contentor pretendido. Este sistema vai ser descrito posteriormente como uma das soluções para alguns problemas de sincronização observados no projecto.

Para um sistema de sincronização com *Junjo* o *Mizusumashi* recebe uma lista de *picking* (onde estão descritas sequencialmente todas as necessidades do operador do bordo de linha) e, assim, o *Mizusumashi* terá de fazer as entregas sequencialmente.

4. **Nivelamento (*Heijunka*):** significa, segundo (Fujimoto, 1999), uma produção baseada num detalhado plano de produção, onde todos os esforços são feitos no sentido de reduzir quer flutuações no ritmo de peças produzidas por processo, assim como o número de artigos nesse mesmo processo.

Este nivelamento permite que o consumo de diferentes artigos seja feito de uma forma constante, eliminando assim picos neste consumo. Mais à frente neste relatório estes picos de produção são visíveis, assim como todos os problemas que causam no fluxo.

5. **Planeamento da produção em *pull flow*:** este é um conceito de planeamento onde o consumo do cliente dá início a uma ordem de produção ao longo de toda a cadeia de produção. Um sistema *pull* puro é de difícil aplicação em ambientes industriais, mas todos os sistemas *pull* têm as seguintes 3 características:

- 1) Nenhuma produção pode ser iniciada sem que tenha existido um consumo.
- 2) Uma vez que o processo produtivo tem máquinas que requerem setup's, são necessários inventários para manter o fluxo.
- 3) O início de produção de um processo só pode começar assim que o cliente do processo seguinte recolhe o produto.

O oposto ao sistema *pull* é o sistema *push*, onde o planeamento da produção é feito com base em previsões e o produto é empurrado de uma operação para a próxima. Não existe qualquer controlo sobre o inventário e é possível que o *WIP* (*Work In Process*) tenha valores altos, levando a *lead times* também elevados.

Posto isto, podemos dizer que os *lead times* curtos, a criação de fluxo, a produção de pequenos lotes, a não dependência de previsões e possibilidade de sincronizar todas as operações da cadeia de produção, são as grandes vantagens do sistema *pull* face a um sistema *push*.

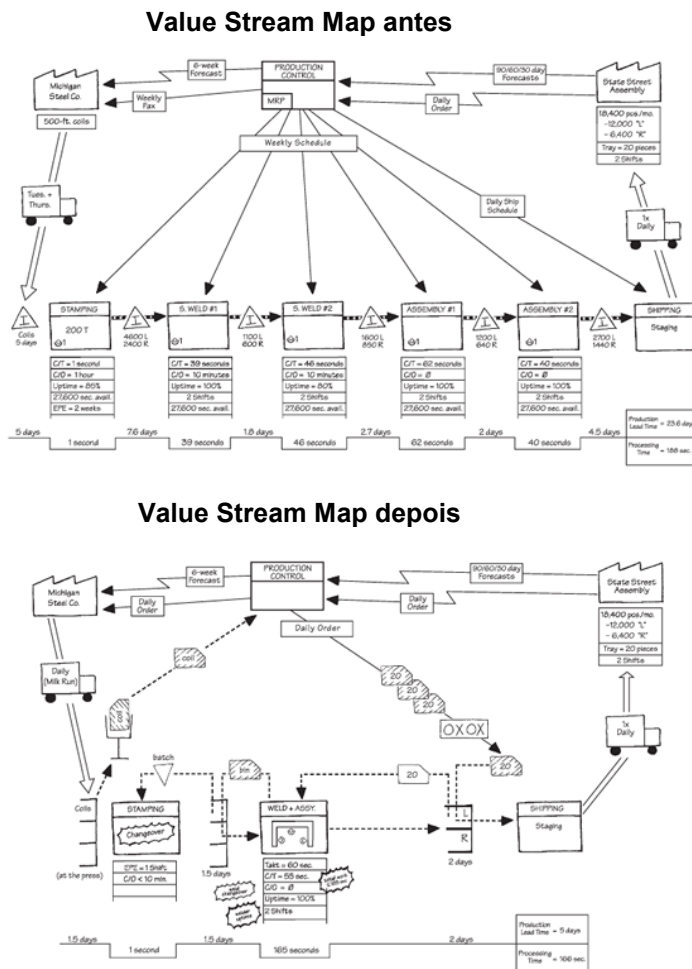
#### IV. **Fluxos na logística externa**

Os fluxos existentes na logística externa englobam todas as movimentações de recepção e entrega de materiais, assim como todos os fluxos de informação entre a unidade fabril e os seus clientes e fornecedores.

1. **Desenho de Armazéns:** devem ser criados tendo em conta a criação de fluxos de forma eficiente.
2. ***Milk Run*:** é um método que visa aumentar a velocidade do fluxo de materiais nas operações de transporte externo, através da criação de rotas com múltiplas recolhas e entregas em vários locais.

3. **Inbound:** visa melhorar todos os fluxos de materiais no cais de recepção da fábrica.
4. **Outbound:** visa melhorar todos os fluxos de materiais no cais de expedição da fábrica.
5. **Planeamento em Pull Total:** calcular todas as ordens de picking tendo em conta as necessidades do consumidor.

## V. Value Stream Design



O *Value Stream Design*, também conhecido como *Value Stream Mapping* (VSM), é uma ferramenta utilizada para mapear todos os fluxos de materiais e informação de toda a cadeia. É um diagrama onde são desenhados todos os fluxos necessários para transformar matéria-prima em produto acabado. O mapeamento de todo o processo permite visualizar todas as operações que não trazem valor acrescentado ao produto, servindo assim para que se possa criar um novo VSM onde se deve tentar eliminar todas estas operações. Na Figura 8 podemos ver um exemplo de um Value Stream Map e da sua importância para a identificação das oportunidades de melhoria.

Figura 8. Exemplo de um Value Stream Map antes e depois.

Fonte: (Institute, 2008)

### 2.3. RFID

O sistema *RFID* (Identificação por Rádio Frequência) permite identificar automaticamente, através de sinais de rádio, objectos e seu respectivo posicionamento através de respostas electromagnéticas.

Esta tecnologia de identificação usada desde os anos 70 está a ganhar força no mercado sendo já considerada como a tecnologia de computação mais divulgada de sempre.

O uso de etiquetas de *RFID* em objectos e respectivos leitores para decifrar a informação que estas contêm, representa uma evolução sobre o uso de código de barras em termos de comunicação de dados e sem ser necessária proximidade entre o objecto/leitor, quantidade de informação que pode ser agregada a cada produto e a capacidade de interacção de informação (Roberts, 2006).

Um sistema de *RFID* é constituído tipicamente por:

- Uma etiqueta;
- Um leitor associado a uma antena;
- Um codificador;
- Um software para a gestão de informação.

As etiquetas de *RFID* estão divididas em etiquetas passivas (não tem fonte de energia acoplada), as activas (com bateria acoplada) e as semi-passivas (bateria acoplada que recebe a energia das ondas de rádio pela antena). Segundo (Sweeney, 2005) os critérios de selecção dos diferentes tipos de etiquetas podem ser:

- **Modificação da informação:** existem etiquetas 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 etiquetas activas e as semi-passivas usam bateria e têm associado um tempo de vida que corresponde ao da bateria, que pode ser substituída;
- **Tamanho:** as etiquetas passivas por não necessitarem de bateria têm um tamanho inferior ao das activas e das semi-passivas;
- **Distância de leitura:** as etiquetas passivas podem ser lidas até cerca de 10 m de distância enquanto as activas atingem distâncias de leitura acima dos 100 m;
- **Interferências:** materiais como o metal e alguns líquidos podem interferir com as etiquetas passivas, sendo as activas menos susceptíveis de sofrerem problemas de comunicação com a antena.

Como principais **vantagens** desta tecnologia 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 etiquetas em menos de 100 ms.

Como **desvantagens** desta tecnologia temos o investimento inicial, eventuais erros de duplicação de dados (*Spoofing*), a possibilidade de ataques informáticos, espionagem industrial e as limitações de propagação de sinal em ambientes com presença de metais e líquidos.

Será abordado mais adiante neste relatório uma aplicação desta tecnologia para a monitorização de *stocks* que, segundo (Roberts, 2006), permite poupanças estimadas acima de 8 a 10% dos custos associados ao *stock*.

## 2.4. 5S's

As técnicas utilizadas no 5S's têm por objectivo trazer a ordem e a limpeza para o local de trabalho. (Ortiz, 2006) refere que é vital assegurar que quando um cliente visita a fábrica, com o interesse de comprar um produto, fique com uma boa impressão do local onde é feito. Para isso existem 5 técnicas (Figura 9):

1. **Sort** (Triagem): é o acto de retirar e descartar todos os objectos da área de trabalho que sejam desnecessários.
2. **Straighten** (Arrumação): depois de retirado tudo o que não é imprescindível é necessário organizar o que restou.
3. **Shine** (Limpeza): toda a área de trabalho deve estar limpa para uma melhor aparência mas também para que o operador se sinta motivado.
4. **Standardize** (Normalização): definir normas e rotinas para que as anteriores técnicas se mantenham.
5. **Sustain** (Manutenção): esta é a tarefa mais difícil do 5S, uma vez que o ser humano tem resistência à mudança sendo por isso necessário realizar auditorias ao local.

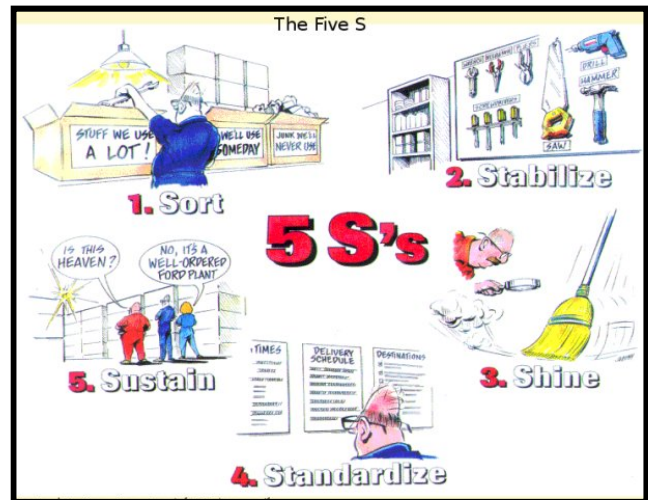


Figura 9. As etapas do 5S.

Fonte: [http://www.5ssystem.info/5s\\_image.gif](http://www.5ssystem.info/5s_image.gif)

## 2.5. A cronometragem

No acompanhamento feito aos transportadores, foi utilizada a cronometragem para avaliar a distribuição do seu tempo pelas diversas tarefas que teria de realizar.

As cronometragens consistem na:

- Descrição do sistema de trabalho (processo, método, condições de trabalho, especificações, ...);
- Determinação das quantidades de referência ( $t_{e1}$ ,  $t_{e10}$ , ...);
- Determinação das variáveis (distância, peso, forma, tipo de produto, ...);
- Determinação dos graus de rendimento;
- Determinação dos tempos reais para cada fase do processo.

Para a realização de uma cronometragem é necessário que se verifiquem as seguintes condições gerais:

- O técnico deverá conhecer a fundo o processo e ter liberdade para poder conformar o mesmo;
- O processo ou posto de trabalho deve estar conformado;
- Dominar a técnica de cronometragem e de avaliação do grau de rendimento;
- Evitar interrupções durante a cronometragem;
- Fazer o levantamento dos tempos tendo o cuidado de posicionar-se de modo a não influenciar o processo e poder observar o mesmo devidamente;
- Respeitar todos os acordos internos e acordos colectivos que possam existir;
- Informar o trabalhador sobre a finalidade do estudo e informá-lo sobre o objectivo do mesmo;
- Garantir todas as medidas de segurança;
- O formulário para a cronometragem é um documento (registo), logo não deve ser preenchido a lápis;
- O levantamento de tempos deve ser feito com o processo em andamento ou estabilizado;
- Não devem ser realizadas cronometragens de movimentos muito pequenos ou muito longos.

Segundo (Refa, 2004), existem dois procedimentos de medição que podem ser seguidos:

- Medição do tempo contínuo (F) – são os tempos entre o início da cronometragem e os acontecimentos finais de cada fase do processo.
- Medição do tempo unitário ( $t_i$ ) – trata-se da duração de uma fase do processo.

Para o estudo dos transportadores foi utilizada a medição de tempos unitários através da utilização de um cronómetro e de um formulário previamente elaborado.

### 3. Pneu - o processo

#### 3.1. Descrição geral do processo produtivo

Como qualquer processo de fabrico de um produto de alta tecnologia, a produção dos pneus é complexa e tem um elevado número de pormenores que devem ser tidos em consideração. Com esta secção não se pretende descrever exaustivamente o processo produtivo, mas sim dar uma ideia geral das principais fases do mesmo.

O processo de fabrico da Continental Mabor está dividido em cinco fases, asseguradas por cinco departamentos, que constituem grandes etapas para a realização do pneu:

##### 3.1.1. Departamento I - Misturação



Figura 10. Misturação.

Trata-se do início do processo produtivo, onde são misturados todos os compostos (borracha natural, borracha sintética, pigmentos, óleo mineral, sílica, negro de fumo, entre outros) para que, após a passagem pelas misturadoras, onde os diferentes componentes são fundidos, resultando a borracha que passa para a fase seguinte.

##### 3.1.2. Departamento II - Preparação

Nesta fase são feitos os talões, as cunhas, bem como os pisos, telas têxteis e metálicas, reforços e as paredes do pneu. 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.



Figura 11. Preparação.

##### 3.1.3. Departamento III - Construção



Figura 12. Construção.

Todos os produtos fabricados nas etapas anteriores são montados num dos 40 módulos de construção, ficando pronto o “pneu em cru” ou “pneu em verde”. Uma parte do módulo é utilizada para a construção da carcaça do pneu (KM), e a outra parte, junta à carcaça os “breakers” ou telas metálicas, as telas têxteis e o piso (PU).

#### **3.1.4. Departamento IV - Vulcanização**

Os pneus em verde deixam os módulos de construção através de transportadores de tela automática (*GTC*) e são levados às cabines de pintura para serem lubrificados interiormente. Estas cabines de pintura aplicam um lubrificante no interior do pneu que servirá para alongar a vida de um dos componentes das prensas de vulcanização (diafragmas). Os lotes de pneus pintados são depois levados em carros para as prensas, onde o pneu é submetido a um ciclo de vulcanização a elevadas temperaturas e onde os moldes dão o aspecto final ao pneu.



**Figura 13. Vulcanização.**

#### **3.1.5. Departamento V - Inspeção Final**

Após a vulcanização 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. Depois desta fase, os pneus seguem para o armazém de produto acabado em paletes metálicas através de um transportador.



**Figura 14. Inspeção final.**

## 4. Estudo da logística interna

Para a realização do estudo da logística interna foi feito uma abordagem a cada etapa do processo de produção de um pneu em verde começando no Departamento de produção III – Construção, passando pelo sistema de transporte até à pintura (*GTC*), pela própria pintura, o transporte até à vulcanização feito em comboios logísticos e a própria vulcanização (Departamento de produção IV). Foram ainda alvo de atenção os *stocks* e a gestão dos carros de transporte de pneus em verde.

### 4.1. Construção

Depois de construído, o pneu é libertado num elevador que o coloca nos tapetes de formação de lote, para depois iniciar a viagem para a pintura através do *GTC*. O sistema de elevação do pneu está programado de forma a que, se o lote estiver completo mas este não conseguir entrar na linha principal do *GTC*, não permite que o pneu construído suba para o tapete de formação. Esta paragem está associada às prioridades de entrada do lote nas linhas principais (atribuídas pelo sistema informático do *GTC*). Esta situação origina a paragem do operador da construção, uma vez que este não consegue enviar os pneus que está a construir. Uma vez que o seu prémio de produção está relacionado com o número total de pneus construídos ao longo do turno, o operador carrega directamente os pneus para um carro de modo a não ser penalizado financeiramente.

Para quantificar esta situação foi entregue um formulário (Anexo A: Formulário da construção) aos operadores dos 40 módulos de construção existentes, durante cerca de um mês e em todos os turnos. Nesse formulário pedia-se aos operadores que anotassem o número de carros que carregaram durante o turno, qual o motivo (por paragem do *GTC* ou por pedido/antecipação do carro para a vulcanização), assim como a hora a que ocorreu.

Neste estudo não entraram os módulos 1,2,3 e 4 uma vez que estes não têm linha de *GTC*, sendo os pneus carregados em carros e mais tarde levados para junto da pintura.

**Motivo do enchimento de carros na construção**

■ Nº de carros por paragem de *GTC*  
■ Nº de carros por antecipação



**Tabela 1. Número de carros usados na construção.**

Nº médio de carros usados por dia	
Por paragem do <i>GTC</i>	Por antecipação para a vulcanização
<b>115</b> carros	<b>33</b> carros

**Gráfico 1. Motivo do enchimento de carros na construção.**

De todos os carros carregados na construção, 78% (115 carros por dia) devem-se à paragem do elevador, tal como se pode ver no Gráfico 1 e Tabela 1.

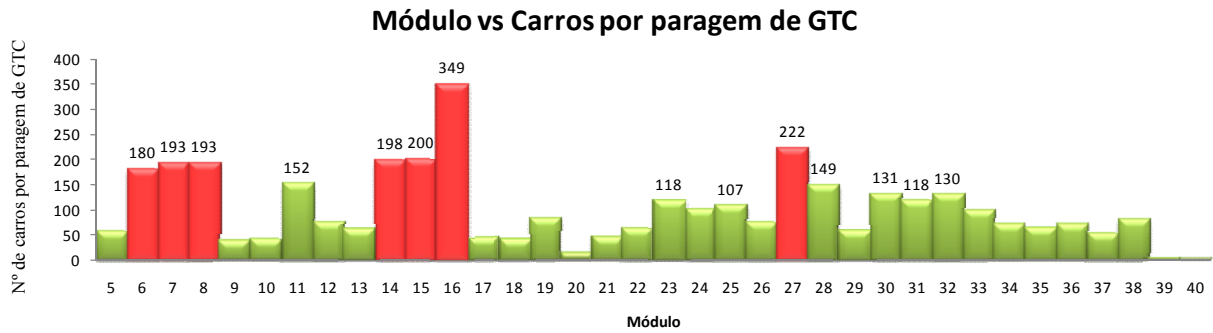


Gráfico 2. Número de carros cheios por paragem de GTC por módulo.

Os módulos críticos, assinalados a vermelho no Gráfico 2, têm em comum a curta distância entre os tapetes de formação de lote e a entrada na linha principal de GTC.

Estas paragens e consequente enchimento de carros na construção originam, acima de tudo: a falta de carros nas saídas das máquinas de pintura, o desperdício na movimentação do operador na procura de carros vazios e a necessidade de transporte dos mesmos para a pintura.

Este problema contraria o *layout*, que se pretendia de fluxo unitário, passando a existir dois fluxos paralelos. Isto faz com que o *WIP* aumente pois os carros carregados ficam junto dos módulos até que alguém os recolha. Esta situação requer um operador e veículos para o transporte dos carros e aumenta o *lead time* dos pneus contidos no carro.

Para a redução destas perdas seria necessário alterar o sistema de gestão de prioridades de entrada na linha principal do GTC, para que estes módulos críticos pudessem escoar os seus pneus, não necessitando de parar o elevador, eliminando o uso de carros nos módulos.

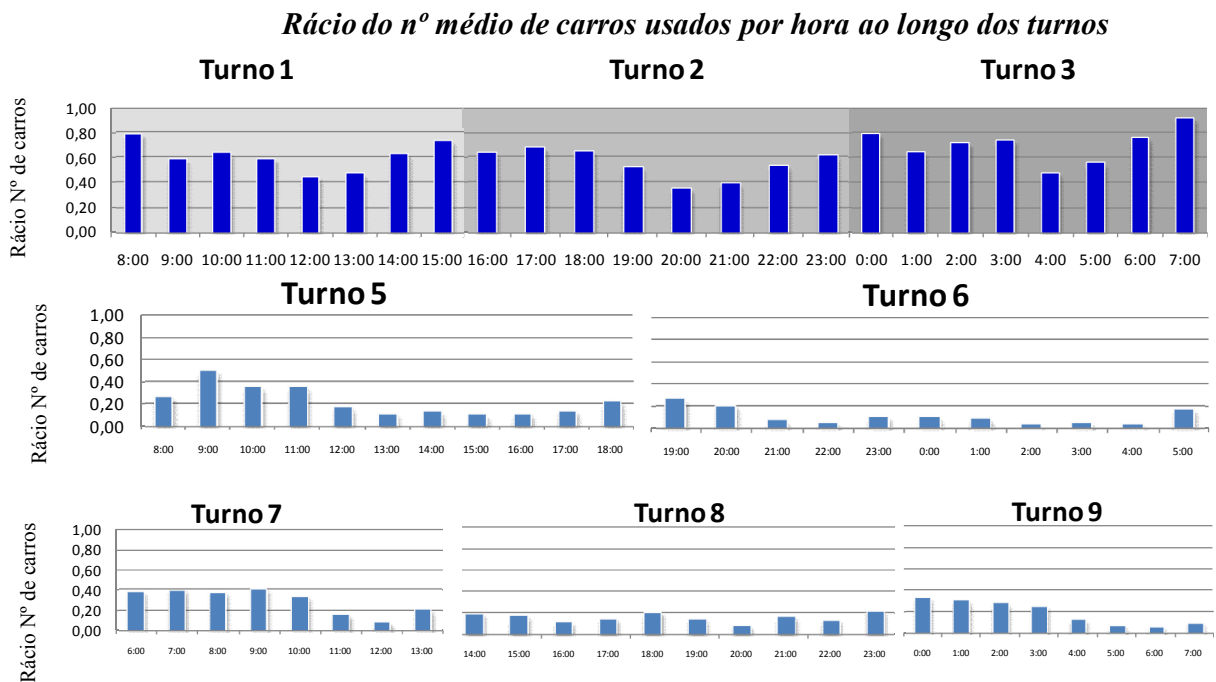


Gráfico 3. Rácios do número médio de carros usados por hora para todos os turnos.

No Gráfico 3 podemos observar o rácio do número de carros usados por hora, que apresenta grandes diferenças entre os turnos da semana (turnos 1,2 e 3) e os turnos do fim-de-semana (turnos 5,6,7,8 e 9). Este rácio é calculado com base no número de carros utilizado, dividido

pelos horas de trabalho que cada turno operou, para que exista uma correcta comparação entre os mesmos.

Fazendo uma análise aos turnos que laboram durante a semana é possível observar que o rácio não é constante ao longo do dia, sendo possível relacionar esta instabilidade com o ritmo de produção nesta área, que também não é constante, como podemos constatar no Gráfico 4.A).

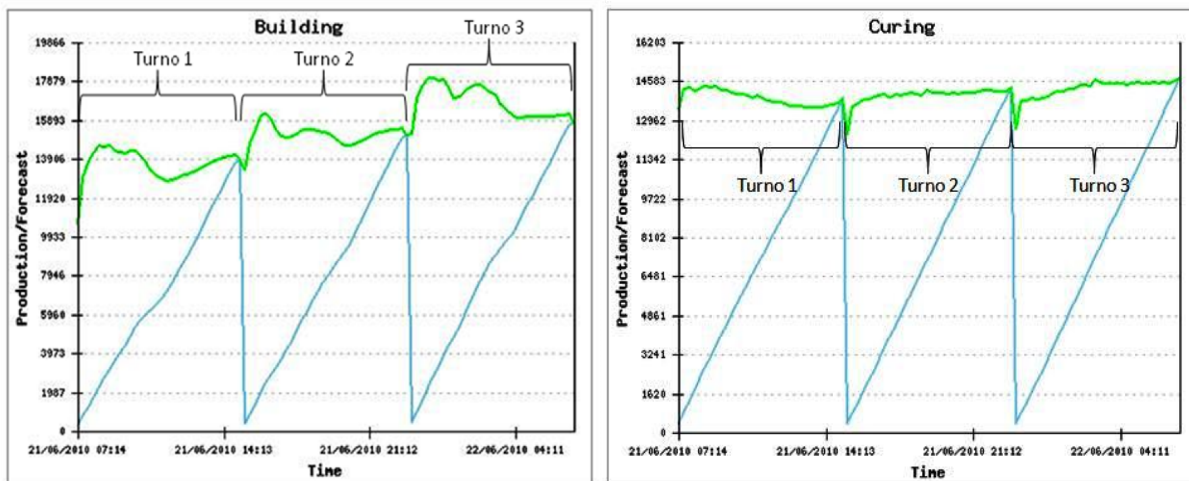
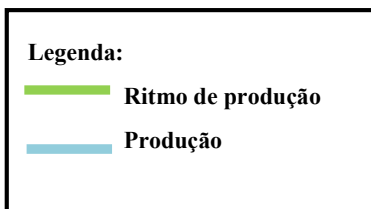


Gráfico 4. A) Ritmo de produção na construção para os 3 turnos semanais. B) Ritmo de produção na vulcanização.

Fonte: [http://lo\\_CBDAS/](http://lo_CBDAS/) (Continental Basic Data Acquisition System)



As ordens de produção na construção são recebidas no início de cada turno pelo operador onde está descrito quais os artigos que este vai produzir no seu turno, a quantidade e a hora de início de produção de cada lote. O número de pneus construído no final do turno vai corresponder a um prémio de produção. Os operadores optam por impor um ritmo de construção elevado no início do turno que depois vai decrescendo ao longo do mesmo. Esta cadência elevada no início está relacionada com a ausência de fadiga do operador e a sua ambição em atingir rapidamente o número de pneus correspondente a um prémio. O ritmo começa a decrescer no início das desdobras (hora da refeição) e mantendo-se mais baixo durante o restante turno, exceptuando uma ligeira subida no final. Este aumento pode ser devido aos operadores cujas máquinas estiveram paradas por avarias ou até por ter ocorrido alguma falha de abastecimento de material, tendo de manter um ritmo elevado até ao final do turno.

Esta variação na construção provoca uma instabilidade no valor do *stock*, uma vez que o processo de vulcanização, menos dependente da performance do operador, apresenta um ritmo de produção mais constante (Gráfico 4.B)), obrigando o *stock* a absorver estas flutuações.

É assim necessário nivelar a produção na construção, estabelecendo metas de produção para períodos curtos (a título de exemplo: o operador para um intervalo de 2 horas teria um número máximo de pneus que poderia construir, sendo que se atingisse esse objectivo teria o prémio

de produção, assim como também teria um número mínimo de pneus a construir caso não ocorresse qualquer anomalia), tendo sempre como meta o mesmo número de pneus construídos no final do turno.

Seria também benéfico para a redução do *stock* e também para o nivelamento da construção, a produção de lotes de menores quantidades, uma vez que 100 pneus é tido como o número mínimo para uma corrida<sup>1</sup> (é o número total de pneus que tem de fazer de um determinado artigo), uma vez que alguns processos que fornecedores dos componentes para os módulos de construção têm tempo de setup elevado, não permitindo corridas com menores quantidades.

A aplicação das técnicas de *SMED* descritas na secção 2.2, permitiriam reduzir o tempo de setup e conseqüentemente o tamanho destes lotes, uma vez que com *setups* mais rápidos podemos fazê-los mais frequentemente e assim fazer corridas mais curtas, tornando a produção mais estável.

#### 4.2. GTC (Green Tire Conveyor)

O *GTC*, ou transportador de pneus em verde, é responsável pelo transporte dos pneus em verde desde a construção até às cabines de pintura.

Depois de construído, o pneu em verde sobe através de um elevador para o *GTC*. Este passo é repetido até que seja atingido o número de pneus desse lote, no tapete do *GTC*. Quando este estiver formado é transportado para a pintura, através de linhas secundárias que afluem para uma linha principal. O lote pode ser enviado incompleto, caso os últimos pneus construídos não sejam suficientes para o completar, por accionamento de uma botoneira existente no módulo de construção.

A movimentação é feita em lotes, que se deslocam espaçados com um tapete livre, ou seja, no *GTC* existe um lote seguido de um espaço vazio e depois outro lote. Esta situação previne a mistura de lotes de diferentes artigos. Por esta razão o tempo de ciclo é de 65 segundos por lote, sendo que os tapetes se deslocam a uma velocidade média de 35 metros por minuto, podendo em alguns pontos atingir os 45 metros por minuto de velocidade máxima.

A quantificação deste tempo de transporte é representada no Gráfico 5, para os diferentes módulos.

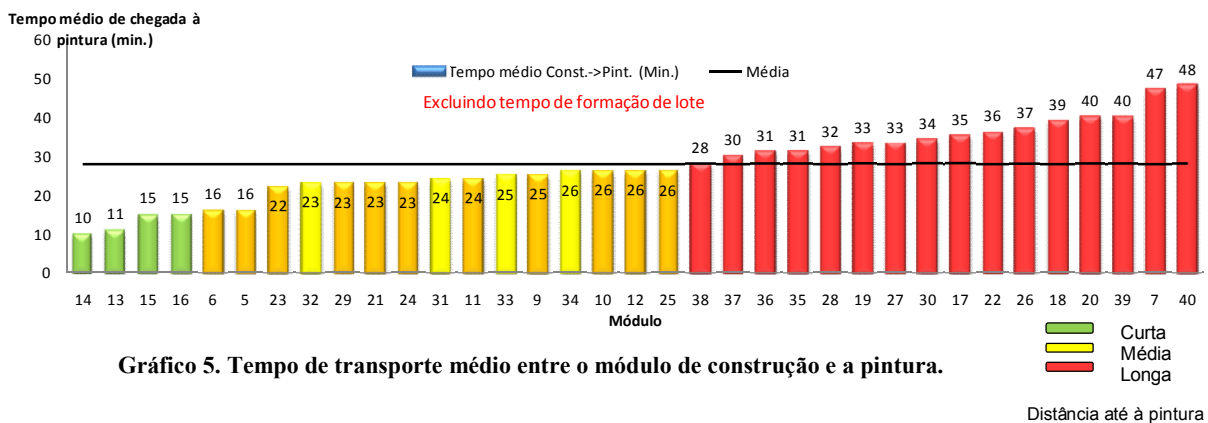


Gráfico 5. Tempo de transporte médio entre o módulo de construção e a pintura.

Uma vez que a distância de *GTC* entre os módulos de construção e a entrada na pintura diferem de módulo para módulo, o tempo de viagem vai reflectir essa mesma distância. Foi feita uma diferenciação, em três grupos (curta, média e longa), das distâncias a percorrer pelos

<sup>1</sup> Representa o número total de pneus de um determinado tipo antes da mudança para outro artigo.

pneus vindos de cada módulo. Neste tempo médio não foi contabilizado o período em que o lote está a ser formado.

Conclui-se que alguns destes tempos podem vir a ser reduzidos, uma vez que as esperas para entrada na linha principal aumentam alguns dos tempos de viagem, como foi referenciado na secção 4.1. A análise conjunta do Gráfico 5 e do Gráfico 2 permite-nos concluir que os módulos 14,15 e 16 carregam mais carros porque a linha destes obstrui mais frequentemente, logo o tempo de viagem, sem a ocorrência de encravamentos, seria inferior.

### 4.3. Pintura

A pintura é um processo no qual não é acrescentado valor ao pneu, uma vez que a sua função é a lubrificação para alongar a vida útil dos diafragmas.

O lote de pneus transportado da construção pelo *GTC* é dividido na entrada para uma de 3 cabines de lubrificação (designadas por *Ilmberger's*), dependendo do número de pneus a pintar por lote, são enviados para a cabine somente aqueles que serão pintados. Os pneus que não vão ser pintados são desviados antes da cabine de pintura usando *bypass*, sendo depois feita a junção do lote. Na entrada da cabine, um leitor de código de barras identifica o pneu, para o ajuste dos carregadores em relação ao diâmetro do pneu, para a identificação do lubrificante a aplicar (*Lyncoat* ou *Wacker*) e da respectiva quantidade de soluto a introduzir.

No interior da cabine existe um carrossel com oito carregadores. O pneu entra na máquina pela passadeira e é colocado num carregador por meio de uma “cruz de carga”. O carregador move-se para a posição de lubrificação, tendo de percorrer duas posições, onde um robot sobe até ao seu interior e o lubrifica rodando 360°. Após ser pintado o pneu passa por mais três posições onde é feita a secagem do lubrificante. Este é depois largado na passadeira de descarga e é transportado até à zona de carregamento, onde um operador os carrega para o respectivo carro. Depois de libertado o pneu do carregador, este vai para a última posição onde vai ser limpo por um conjunto de escovas, estando pronto para avançar para a primeira posição novamente. Todo este processo tem uma cadência média de 12 pneus por minuto, o que corresponde a cerca de 1 pneu pintado a cada 5 segundos.

Os pneus vindos dos módulos manuais podem ser pintados na cabine de pintura 3, através da colocação manual dos pneus num tapete junto da mesma, ou podem recorrer a uma cabine de pintura manual, onde o operador coloca o pneu num suporte que o faz rodar aplicando o lubrificante com uma pistola.

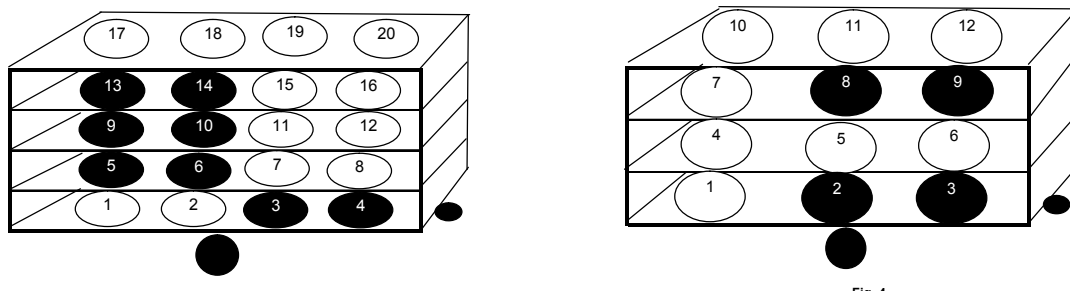


Figura 15. Colocação dos pneus pintados (a preto) em carros de 20 A) e em carros de 12 B).

A colocação dos pneus nos carros tem de ser feita de acordo com a Figura 15, podendo haver outras disposições dependendo do número de pneus pintados por lote. Esta disposição serve para que mais tarde, no processo de vulcanização, os pneus sejam vulcanizados intercalados pintados com pneus não pintados.

Neste momento a área da pintura está a ser alvo de uma profunda reformulação: estão a ser realizadas alterações nas linhas de alimentação e saída de pneus das cabines e aplicados *robots* nas saídas das cabines 1 e 2, para o carregamento automático dos carros, tendo em vista um aumento de produção.

No momento da realização do estudo aos transportadores eram comuns os encravamentos na zona da pintura, devido ao cruzamento de fluxos. Foi então elaborado um *layout* da zona da pintura tendo em vista a criação de um fluxo otimizado (Figura 16).

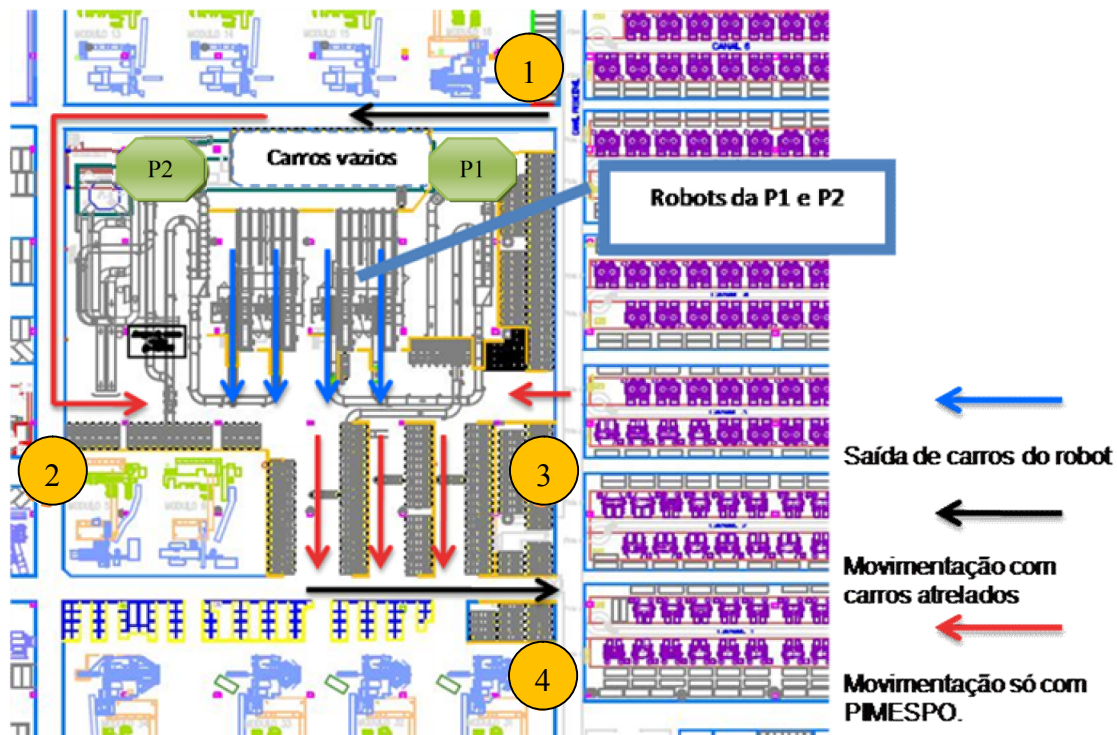


Figura 16. Modelo de layout da zona de pintura com a representação dos fluxos

Tendo em conta a Figura 16, os transportadores devem entrar no corredor (1) junto da cabine de pintura 1 (P1) com os carros vazios da vulcanização, sendo depois colocados no parque para carros vazios. O transportador só com o PIMESPO (tractor do comboio logístico) deve seguir em direcção à zona do parque da pintura (2), ou se este chegar da vulcanização sem carros atrelados deverá ingressar pela entrada (3). Depois de feito o engate dos carros pretendidos deve sair pelo corredor (4) em direcção à vulcanização.

#### 4.4. Transportadores

Os transportadores são responsáveis pelo transporte de carros com pneus em verde, do parque das pinturas para os parques juntos das prensas de vulcanização ou mesmo directamente para a frente da prensa onde vai ser vulcanizado. São também responsáveis por realizar a logística inversa, recolha de carros vazios e pneus *scrap*.

O transporte é feito em comboios logísticos, como se vê na Figura 17, por sete operadores e um ou dois coordenador(es). Cada transportador tem de abastecer em média três filas de prensas, o que corresponde a cerca de 60 moldes.



**Figura 17. Comboio logístico dos transportadores.**

Foi feito um estudo para avaliar quais as principais tarefas e o tempo gasto nas mesmas a fim de conhecer as respectivas taxas de ocupação, número de carros e de pneus transportados e os diferentes métodos de trabalho adoptados. Este estudo consistiu no acompanhamento durante as oito horas do turno, de cada transportador, onde foi recolhido o tempo dispendido em cada tarefa, assim como a contabilização do número de pneus transportado em cada carro (factor de enchimento ou “filling rate”). Esta recolha foi feita através do preenchimento do formulário que se encontra em Anexo B: Formulário do estudo dos transportadores, com a ajuda de um cronómetro. O formulário elaborado estava estruturado de maneira a que as tarefas realizadas, na mesma área, estivessem agrupadas para facilitar o seu preenchimento.

Da análise do Gráfico 7, onde são apresentadas as tarefas efectuadas e a sua respectiva percentagem das oito horas de trabalho, verificou-se que a procura e engate de carros com pneus em verde e o seu transporte representam uma grande fatia do trabalho efectuado. Esta procura e engate pode ser feita: nos parques da pintura, nos restantes parques ou de carros vazios na vulcanização.

As tarefas descritas no Gráfico 7 foram executadas nas filas A, B e C, estando estas próximas da zona da pintura, reflectindo um tempo de transporte inferior ao das restantes filas, como podemos verificar no Gráfico 8 representativo das filas R e S (filas mais distantes).

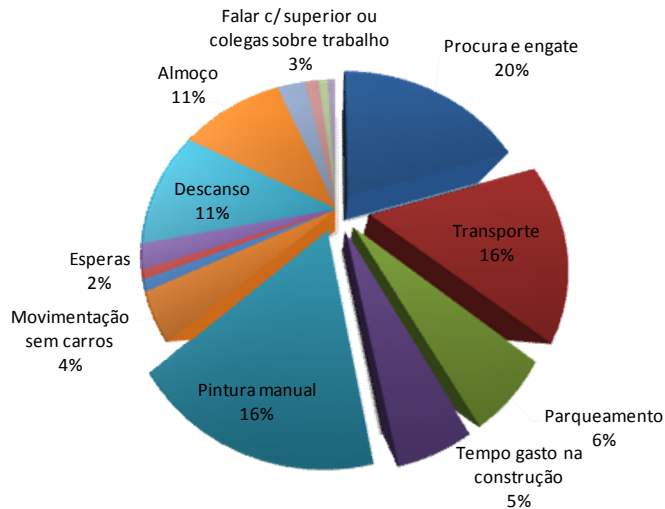


Gráfico 6. Distribuição do tempo gasto pelos transportadores num conjunto de filas junto da pintura (A, B, C).

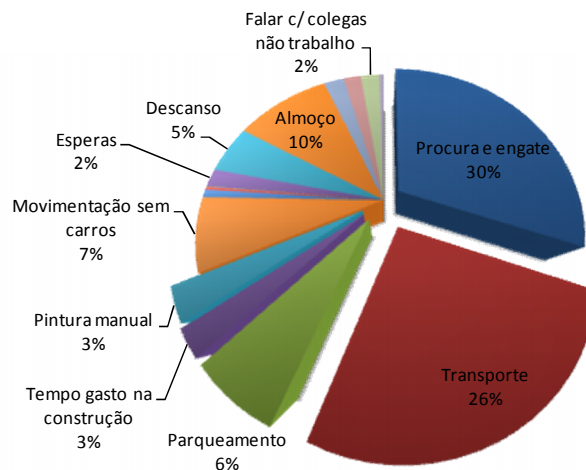


Gráfico 7. Distribuição do tempo gasto pelos transportadores num conjunto de filas distantes da pintura (R, S).

A pintura manual tem um peso significativo nas filas mais próximas da pintura, uma vez que as prensas junto da mesma, vulcanizam a grande maioria dos pneus que chegam dos módulos 1, 2, 3 e 4. Estes pneus são pintados manualmente pelos transportadores numa cabine de pintura manual. Esta tarefa pode causar problemas de qualidade futuros, uma vez que se for aplicado o lubrificante errado, o pneu será *scrap*. Para evitar este problema seria necessário que o responsável pelo transporte dos carros vindos dos módulos 1,2,3 e 4 os colocasse na máquina de pintura 3, uma vez que esta reconhece o artigo e aplica o lubrificante correcto.

É de notar ainda o tempo dispendido pelo transportador nas deslocações aos módulos de construção, para recolher os carros carregados na construção. Esta situação origina a falta de abastecimento nas prensas de vulcanização, uma vez que durante as deslocações aos módulos o transportador não faz o abastecimento das mesmas. A resolução deste problema passa pela eliminação das causas de encravamentos dos elevadores dos módulos de construção, como já foi referido anteriormente na secção 4.1.

Foi feito o cálculo da taxa de ocupação para os diferentes transportadores da seguinte forma:

$$\text{Taxa de ocupação} = (8 \text{ horas} - \text{tempos perdidos}) / (8 \text{ horas})$$

Tempos perdidos:

- Tempo de descanso usado acima dos 6 % estipulado,
- Tempo de almoço acima dos 40 minutos estipulado,
- Diferença entre os horários de entrada e saída estipulado e cumprido,
- Tempo gasto a falar com colegas sobre temas que não trabalho.

Os resultados estão representados no Gráfico 9, onde é possível verificar que em média os transportadores estão 90 % do tempo ocupados, desperdiçando em média cada operador 48 minutos por turno.

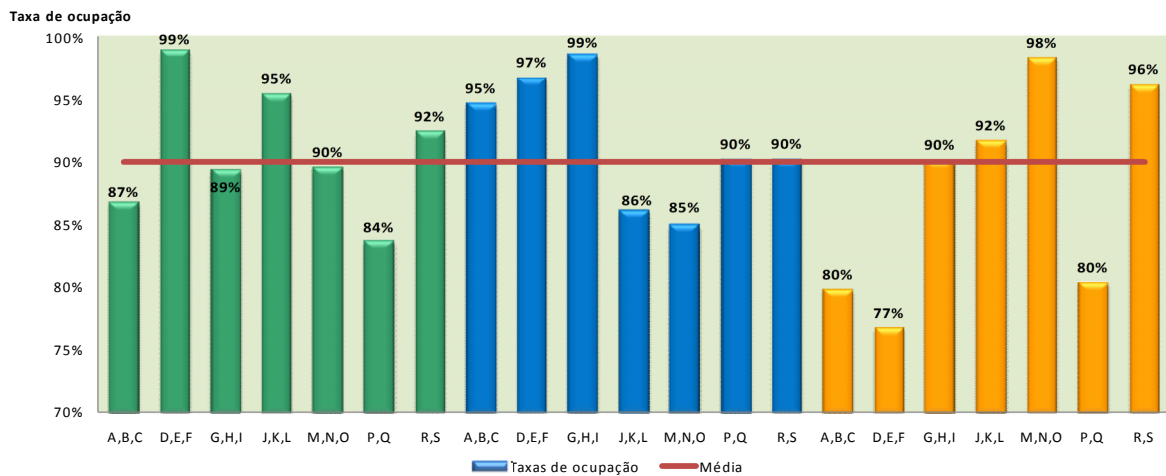


Gráfico 8. Taxas de ocupação dos transportadores.

Tendo em conta o tempo médio perdido por operador, podemos concluir que apenas necessitaríamos de 6.3 operadores<sup>2</sup> em vez dos 7 actuais. No entanto 6 operadores seriam suficientes, uma vez que num estudo como este estamos susceptíveis a ser iludidos pelo operador. Um exemplo desta situação é o campo referido no estudo como “movimentação sem carros atrelados”, onde o transportador poderia apenas estar a tentar mostrar-se ocupado, sem na realidade o estar. Se estas situações fossem contabilizadas a taxa de ocupação seria certamente inferior e os 6 transportadores seriam suficientes.

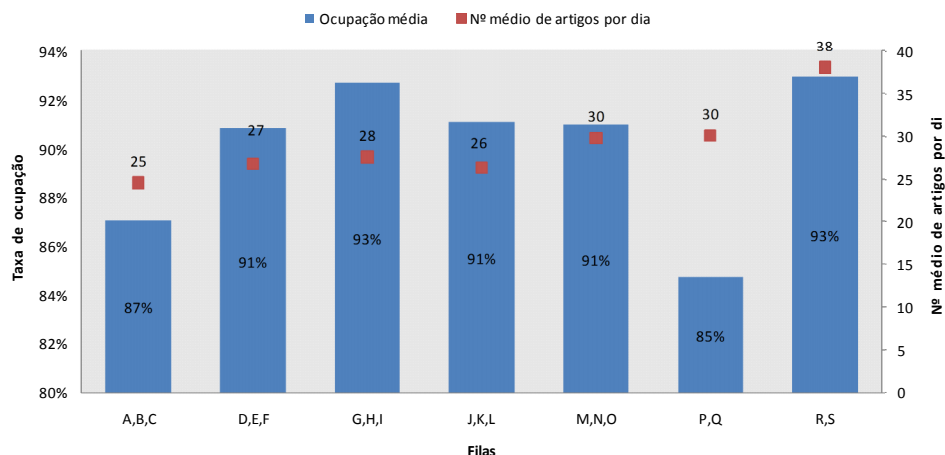
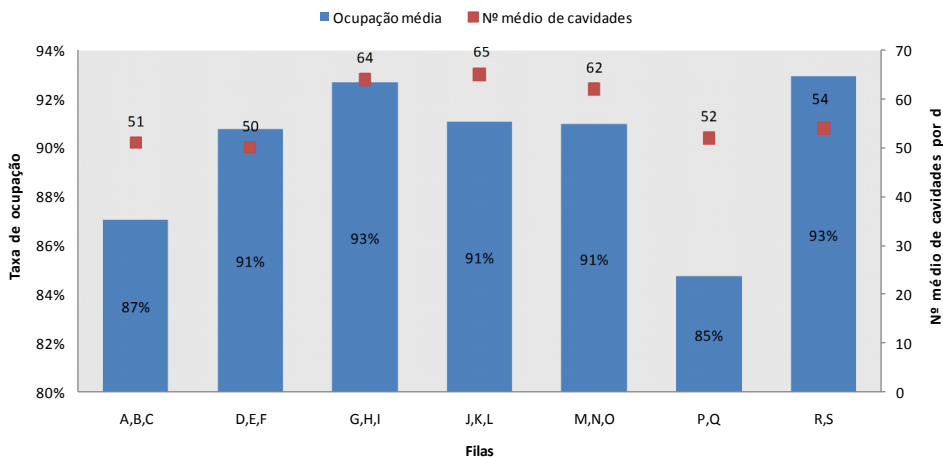


Gráfico 9. Ocupação média por filas e respectivo número médio de artigos por dia durante o estudo.

Para tentar perceber as grandes diferenças nas taxas de ocupação foi feita uma relação com o número médio de artigos por dia, nesse conjunto de filas (Gráfico 10).

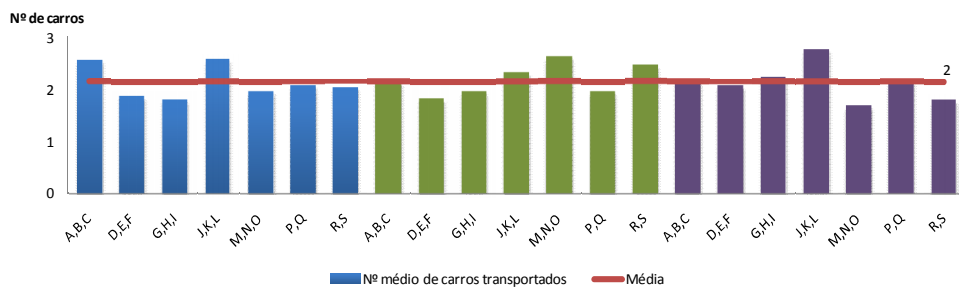
<sup>2</sup> Manning necessário = ( 8 horas do turno \* 7 operadores) – (Tempo médio perdido pelos 7 operadores)) / 8 horas do turno

Não sendo visível uma relação clara entre estes dois, foi feita uma outra relação com o número médio de prensas a abastecer. (Gráfico 11) Daqui podemos concluir que o número de prensas<sup>3</sup> atribuído a cada operador parece ter alguma relação com a sua taxa de ocupação. Uma distribuição mais uniforme do número de prensas por operador seria uma solução, com vista a melhorar o abastecimento das mesmas, nivelando a carga de trabalho por todos os transportadores.



**Gráfico 10. Ocupação média por filas e respectivo número de prensas a abastecer.**

Do estudo feito foram também recolhidos dados sobre quantidades de pneus transportados e número de carros transportados. Sendo o número máximo de carros que podem ser transportados por viagem de 5, por razões de segurança, em média cada transportador leva apenas 2 carros atrelados (Gráfico 12).



**Gráfico 11. Número médio de carros transportado por operador.**

Esta situação demonstra a não otimização das viagens dos transportadores, uma vez que para as filas mais distantes da pintura, o tempo de viagem é maior, logo o número de carros a transportar deveria ser superior, de forma a minimizar as perdas no tempo de viagem. Assim como o número de carros transportados, o número médio de pneus transportados difere do esperado, sendo que os carros de lote de 12 transportam em média 14 pneus, e os carros de lote 20 transportam em média 18 pneus.

<sup>3</sup> Uma prensa de vulcanização é constituída por duas cavidades. Um molde de uma prensa é apelidada de cavidade tendo cada prensa duas cavidades.

Esta incorrecta utilização de carros de lotes de 12 pneus, carregados muitas vezes com mais de 12 pneus é frequente e pode originar problemas de qualidade, uma vez que o pneu em verde é facilmente deformável e aderente. Se for colocado em contacto com outro pneu ou não estiver completamente apoiado nas prateleiras dos carros, este pneu será possivelmente *scrap*.

Mais adiante nas soluções a longo prazo será abordado um sistema de sincronização entre os operadores da vulcanização e os transportadores, de maneira a reduzir alguns dos problemas de abastecimento das prensas.

#### **4.5. Vulcanização**

A vulcanização é o processo onde o pneu em verde, adquire as suas características finais, tais como o aspecto e características mecânicas, através de ciclos de altas pressões a uma temperatura constante.

O pneu em verde chega à vulcanização em carros, que são colocados em frente à respectiva prensa, sendo depois colocados nos suportes (podem conter 2, 3 ou 4 pneus) das prensas pelo vulcanizador, posteriormente estes são carregados para o molde através de carregadores automáticos. Depois de colocado no molde, a prensa encerra e no interior do pneu insufla um diafragma. Depois de sucessivos ciclos de vulcanização (podem durar de 8 a 15 minutos por pneu mais 1,2 minutos em média para retirar e colocar um pneu), a prensa abre e um carregador automático retira o pneu, já em fase final de vulcanização, e de seguida coloca-o num tapete onde este continua a vulcanizar durante, pelo menos, mais 20 minutos. Mais tarde o pneu entra numa linha de *conveyor* que o conduzirá à Inspeção Final (Departamento de Produção V).

O operador da vulcanização, ou vulcanizador, tem como obrigações: assegurar a correcta colocação dos pneus em verde nos suportes das prensas, garantir que nenhum pneu com defeito é vulcanizado e tentar solucionar ou comunicar qualquer avaria das prensas. Isto para os cerca de 36 a 40 moldes, contendo cada prensa 2 moldes. Muitas das prensas possuem um sistema de abertura independente para cada molde (designadas por prensas de cavidades independentes), podendo assim na mesma prensa vulcanizarem dois artigos com tempos de ciclo diferentes, no entanto, a grande maioria tem o mesmo artigo nos dois moldes.

O vulcanizador aquando da necessidade de um carro deve-o comunicar ao transportador que abastece as suas prensas. 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. Para quantificar esta situação foi entregue a cada vulcanizador, durante cerca de 1 mês, um formulário (Anexo C: Questionário vulcanização) onde era pedido que registassem o número de vezes que precisaram de ir ao parque buscar um carro. Era também pedido que apontassem o tempo total que as suas prensas estiveram paradas por falta de abastecimento, assim como o respectivo número de moldes parados.

O Gráfico 13 representa o tempo médio perdido por vulcanizador para se deslocar aos parques e procurar um carro. Os operadores das filas A, B e C, D têm tempos superiores uma vez que estas filas são mais estreitas em relação as restantes, não permitindo ter dois carros em frente a cada prensa. Em algumas das prensas da fila J também só é possível colocar um carro em frente, daí a necessidade do operador se deslocar aos parques.

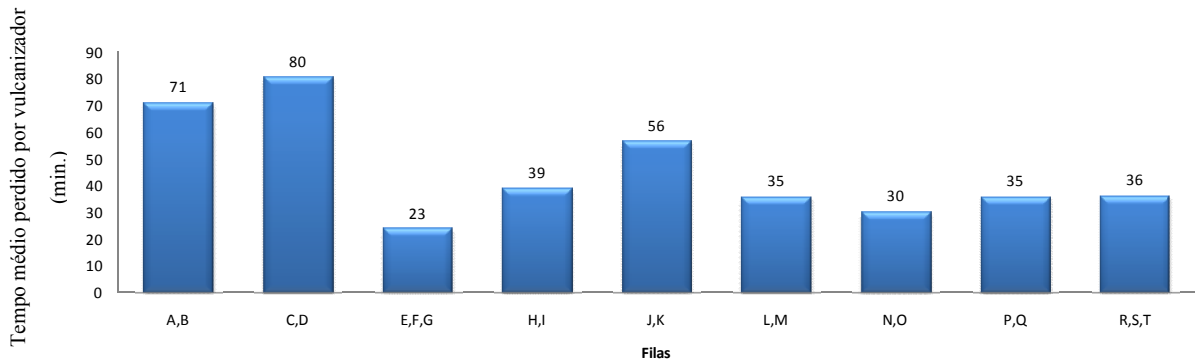


Gráfico 12. Tempo médio perdido pelo vulcanizador para se deslocar aos parques.

Os dados relativos às paragens dos moldes por falta de pneus estão representados no Gráfico 14. Pretendia-se com este questionário quantificar o tempo de paragem dos moldes por falta de abastecimento do transportador, no entanto, quando questionados sobre a interpretação da questão que era feita, foi verificado que os tempos registados representam as faltas de abastecimento por parte do transportador mas também por outro tipo de paragens (programadas, manutenção, entre outras). Assim sendo, não podemos tirar qualquer tipo de conclusão destes dados em relação aos tempos de paragens das prensas por falta de abastecimento do transportador.

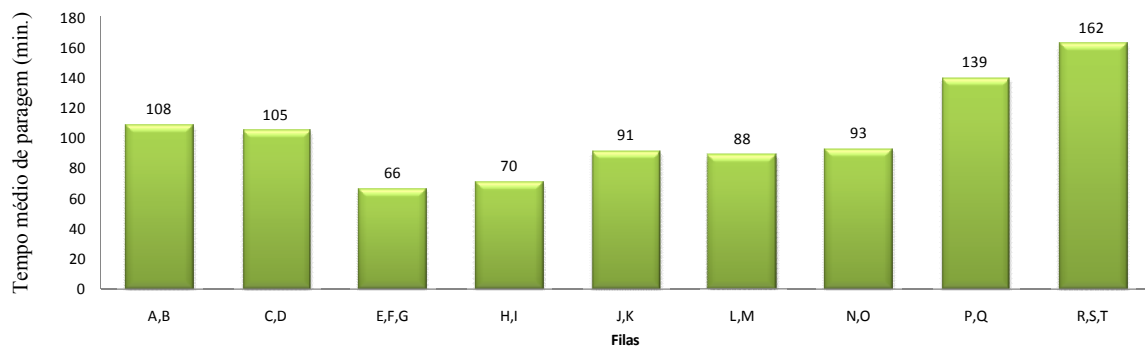


Gráfico 13. Tempo médio de paragem de um molde por falta de abastecimento.

#### 4.6. Stocks intermédios e gestão de carros de pneus em verde

A existência de *stocks* entre processos é vista como um desperdício, mas este é um desperdício necessário, pois a sua existência elimina os tempos de paragem por falta de material, absorvendo as variações entre os processos.

No entanto, este *stock* deve ser controlado e a sua diminuição trará reduções nos custos do processo produtivo.

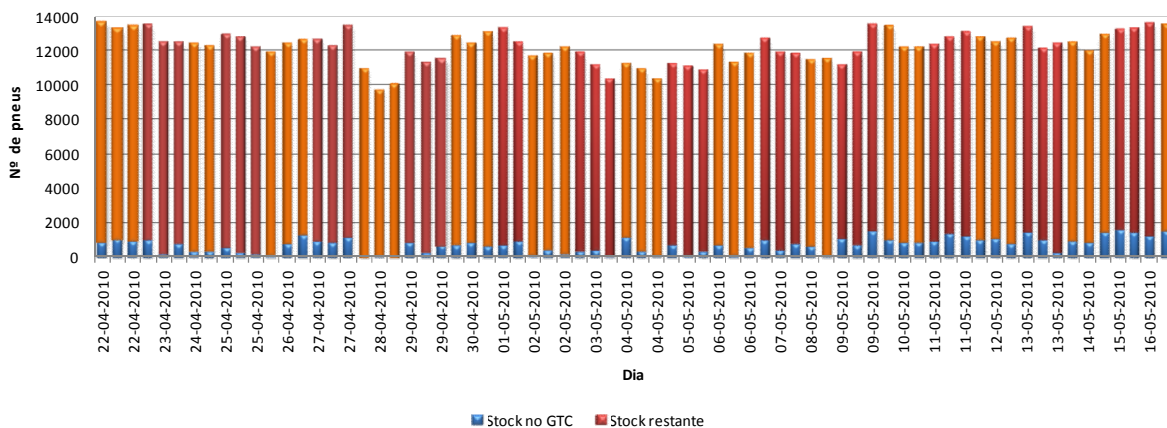
O primeiro passo para a redução de *stock* intermédio é minorar as variações entre processos, sendo depois possível reduzir os *stocks* sem que para isso tenhamos perdas na produção.

Como já tivemos a oportunidade de verificar anteriormente na secção 4.1, o número de pneus construídos e vulcanizado ao longo do dia difere. Esta situação faz com que tenhamos a necessidade de um *stock* intermédio que permita absorver todas estas variações. A quantidade de pneus em *stock* pode ser dependente não só dos diferentes ritmos de produção, mas também do tempo de mudança de ferramenta (*setup*), uma vez que se este for elevado

necessitaremos de produzir lotes de maiores quantidades para compensar o tempo em que a máquina está parada a fazer a mudança.

Entre o processo de construção e a vulcanização existem dois tipos de *stock*: os pneus que já saíram dos módulos de construção, mas que ainda não foram pintados, estando estes no *GTC*, e os pneus que já estão pintados e colocados em carros. Actualmente o *stock* conhecido pelo Controlo da Produção engloba os dois tipos de *stock* referidos anteriormente, não se sabendo a evolução de cada um.

Através da colocação de um sistema de identificação e contabilização de pneus em verde no *GTC* foi possível identificar os artigos, quantidades e data/hora de entrada nas cabines de pintura, sendo estes dados recebidos em intervalos de uma hora. Via *SAP*<sup>®</sup> conheceram-se os respectivos dados da construção: artigos, módulos de construção associados, quantidades, data e hora de saída dos módulos. Com o cruzamento destes dados, feito no *Excel* (como auxílio de Macros), foi possível identificar *online* qual o número de pneus presente no *GTC*. Sendo que eram conhecidos os valores do *stock* total de pneus em verde no final de cada turno, foi possível identificar o valor do *stock* restante (em carros e nos suportes das prensas), para esses instantes (Gráfico 15).



**Gráfico 14. Valores do *stock* em *GTC* e restante.**

Podemos então dizer que em média o *GTC* suporta 740 pneus (6 % do *stock* total) ficando os restantes 11.480 pneus colocados em carros e nos suportes das prensas. Em Anexo D: Evolução do número de pneus no *GTC*, são apresentados os gráficos da evolução do número de pneus no *GTC* ao longo do dia, para os diferentes dias do estudo. É possível concluir que em média, nos turnos de fim-de-semana, o número de pneus no *GTC* mantêm-se inferior aos valores registados à semana.

Este facto é explicado pela menor quantidade de fluxos existentes ao fim-de-semana. A não produção de pneus de teste, assim como um maior número de horas no turno permitindo mais facilmente a recuperação de qualquer anomalia ocorrida, são factores que explicam a maior estabilidade do processo. É de notar, assim como já foi visto anteriormente na secção 4.1, que o número de pneus no *GTC* reflecte os diferentes ritmos de produção na construção, aumentando o número de pneus, pois na saída de pintura não existem carros vazios disponíveis para responder a estes picos de produção.

Para tentar perceber esta necessidade de carros vazios nas saídas das pinturas foi feito o levantamento, através do *SAP*<sup>®</sup>, do número de carros vazios que eram libertados da vulcanização, tendo em conta: o número de pneus que cada carro contém, o tipo de lote (12 ou 20), tipo de artigo, número de moldes onde esse artigo está a ser vulcanizado. Desta análise concluiu-se que em intervalos de 2 horas retornam em média da vulcanização 148 carros de 20 e 62 carros de 12.

Da mesma forma foi calculado o número de carros carregados na pintura, para assim calcularmos o diferencial entre carros vazios e carros cheios. Nos gráficos do Anexo E: Diferencial: Carros vazios e carros cheio, estão representados os diferentes dias do estudo (representando cada cor um dia de estudo), sendo que um diferencial negativo representa a falta de carros e um positivo, o excesso de carros. Podemos então concluir que, para as situações de *stock* e número de artigos verificados, a aquisição de 20 carros de lote de 20 e 20 carros de lote de 12 colmatariam a maioria das situações onde houve défice de carros.

De forma a avaliar a necessidade de carros em função do número de artigos e pneus produzidos, fizeram-se os gráficos existentes no Anexo F: Necessidade de carros para diferentes realidades. Da análise destes é possível verificar que:

- Com **131** artigos em verde e uma produção diária de **45.927** pneus: apenas ocorreram duas situações onde foram registadas défice de carros vazios.
- Com **139** artigos em verde e uma produção de diária **44.630** pneus: situação de défice de carros vazios de lote 20 durante grande parte do dia e algumas situações para os carros de lote 12.
- Com **146** artigos em verde e uma produção diária de **46.320** pneus: registo de défice de carros de 12 e maiores situações de défice de carros de 20.

Estes dados confirmam a necessidade da aquisição dos 40 carros, anteriormente referida, para fazer face as situações de défice de carros.

De forma a quantificar o excesso de produção em alguns artigos, foi feito o diferencial do número de carros pintados e vulcanizados. Para isso foram escolhidos os artigos com *stocks* iniciais e finais nulos, sabendo-se assim que não existia nem restava nenhum pneu desse artigo em *stock*. Para estes artigos foi calculado o número de carros necessários para um *survival time* de 6 horas (número de carros necessários para que não exista falta de abastecimento na prensa, para um período de 6 horas sem construção desse artigo). Este valor de 6 horas de *survival time* é usado pelo Controlo de Produção, como o tempo mínimo de produção de um artigo. Para este cálculo foi tido em conta o tempo de construção de um lote, a duração da viagem entre a construção e a pintura, o tempo de vulcanização médio de um pneu e o número de moldes onde esse artigo estaria a ser vulcanizado. O Gráfico 16 mostramos que para um *survival time* de 6 horas necessitaríamos de cerca de 3 carros desse artigo, no entanto verificou-se que esse valor é largamente ultrapassado, atingido o valor de 13 carros desse artigo em *stock*. No Anexo G: *Stock* por artigo em carro, é possível verificar mais artigos nesta situação.

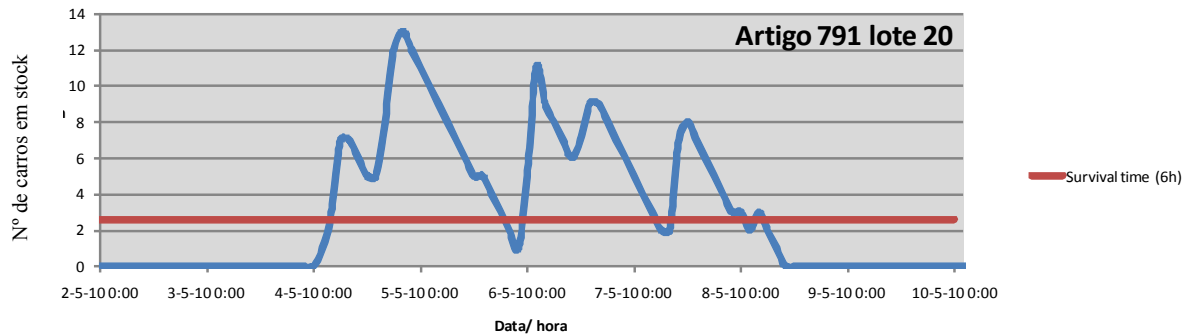


Gráfico 15. Variação do número de carros em *stock* do artigo 791 e respectivo *survival time*.

Esta situação reflecte um dos desperdícios mencionados anteriormente na secção 2.1., o excesso de produção, e o conseqüente aumento do *stock* intermédio. Esta utilização excessiva de carros e lugares de parque são dois grandes problemas, uma vez que o número de carros disponíveis por vezes não cumpre as necessidades e muitas vezes há falta de espaço para o parqueamento de carros.

Para minimizar estes desperdícios a produção na construção deveria ser nivelada, de acordo com o mencionado na secção 4.1, fazendo mais corridas mas produzindo menores quantidades em cada uma delas. Desta forma é possível produzir mais artigos diminuindo o desperdício que é o excesso de inventário.

Uma vez que o *scheduling* apenas tem conhecimento do *stock* total (entre a construção e a vulcanização), seria necessário conhecer online:

- Número de pneus em *GTC* e número de pneus em carros,
- Número de carros existentes de lote 20 e 12,
- Número de carros vazios disponíveis hora a hora,
- Conhecer as diversas paragens (prensas/construção/pintura): por avarias, falta de material ou manutenção

Com esta informação seria possível aprimorar toda a programação que é feita, permitindo detectar mais rapidamente todas as variações dos processos e respectivos *stocks*, evitando assim a produção de artigos em excesso e a redução de todo o *stock* intermédio.

## 5. Soluções propostas

Depois de analisados todos os processos envolvidos na logística interna da produção de pneus em verde, foram identificados pontos de melhoria. Serve esta secção para apresentar algumas das soluções que deverão ser implementadas no sentido de reduzir os desperdícios no processo produtivo e criar um fluxo contínuo de material .

Nesta secção irão ser apresentados dois tipos de soluções: soluções a curto prazo e soluções a médio prazo. As soluções a curto prazo referem-se a questões de disciplina e organização. Estas deverão ser aplicadas para que as soluções a médio prazo, soluções mais tecnológicas, possam ser aplicadas e funcionem com sucesso.

### 5.1. Soluções a curto prazo

Estas soluções surgem do conhecimento adquirido e da experiência relatada pelos transportadores durante o estudo. Tratam, acima de tudo, de problemas de disciplina e métodos de trabalho por parte de alguns operadores.

- Disciplina na arrumação dos carros nos **parques** (pintura, vulcanização e restantes) através da colocação de guias que posicionam os carros lateralmente e longitudinalmente (Anexo H: Soluções a curto prazo 1.)
- Posicionamento dos **engates otimizado**. Deverão ser recolhidos para evitar acidentes e direccionados para o local onde vai ser feito o engate, para reduzir a perda de tempo do transportador em girar o carro para fazer o engate.
- Eliminar **carros na construção** exceptuando antecipações necessárias. Uma vez que estas fornecem alguma flexibilidade ao processo e tratam-se, normalmente, de casos pontuais.
- Controlar a **utilização** dos carros de **lote 12**. Estes carros são utilizados para colocar lotes de 20 pneus podendo causar problemas de qualidade e a falta de carros de 12 quando estes forem realmente necessários.
- Criar **fluxos** nos corredores. Adopção dos fluxos exemplificados na Figura 16, assim como nos canais das prensas de vulcanização.
- Tentar reduzir ao máximo os **lotes incompletos** que representam cerca de **8% dos lotes**. Causam a falta de carros, uma vez que a capacidade destes não vai ser utilizada na totalidade, tendo de usar mais carros para a colocação destes pneus. Deverá ser definido um local para a colocação dos lotes incompletos que deveram ser levados para as respectivas prensas pelo coordenador do turno.
- Local definido para a colocação dos **pneus scrap**.
- Sistema informático que permita ao transportador conhecer **artigo / quantidade / módulo / avarias de** todos os módulos, assim como dos módulos manuais, reduzindo assim o tempo gasto nas viagens feitas até à Construção para o conhecer estes dados.
- **Viagens** dos transportadores **otimizadas** (número de carros transportados). Como foi visto no Gráfico 12 o número médio de carros transportado é 2, devendo o

transportador atrelar o máximo de carros, tendo em conta o limite de segurança e a largura dos canais que este abastece.

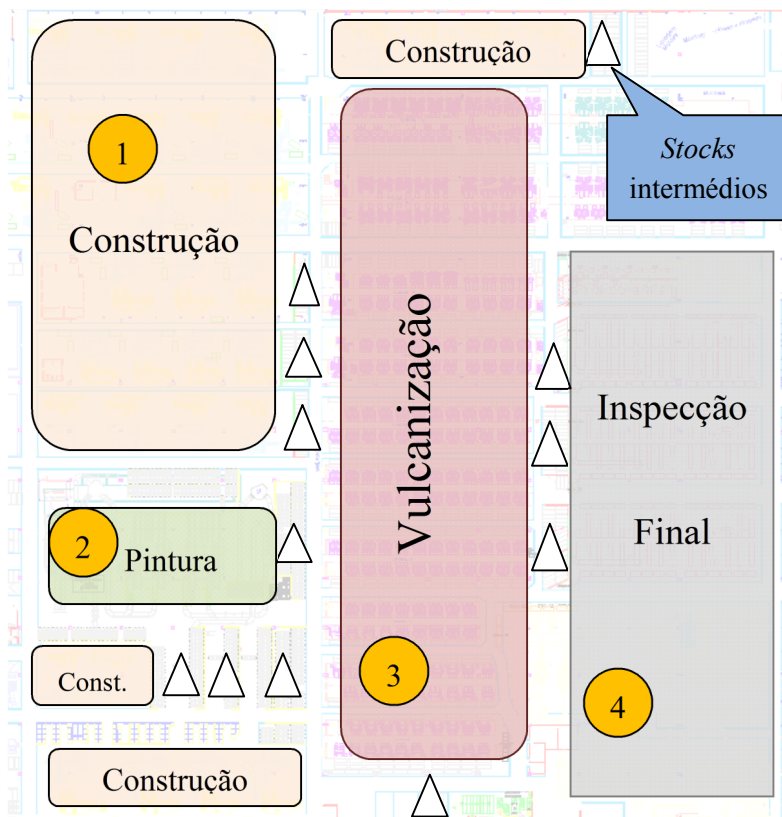
- Realçar a importância do **trabalho em equipa**.
- Reduzir perdas nas **mudanças de turno**. Como é visível no Gráfico 4 o número de pneus vulcanizados nas mudanças de turno desce. Este facto está relacionado com o não cumprimento do horário estipulado. Esta perda pode ser reduzida com a implementação de um sistema de sincronização entre o vulcanizador e o transportador, que será abordado mais à frente neste relatório.

## 5.2. Soluções a médio prazo

Na corrente secção vão ser abordadas soluções para atingir um fluxo contínuo na logística interna, sendo elas:

- *Layout* e desenho de linhas,
- Sistema de sincronização entre o vulcanizador e o transportador,
- *Mizusumashi*,
- RFID (**R**adio **F**requency **I**Dentification),
- Nivelamento da produção (*Heijunka*),
- Armazém automático.

### I. *Layout* e desenho de linhas



Quando um *layout* é definido, devemos ter como objectivo, obter uma linha de produção onde os *stocks* são minimizados e a movimentação de material é reduzida, para assim alcançarmos um *lead time* reduzido.

O *layout* apresentado na Figura 18 mostra a disposição dos processos na Continental Mabor. Podemos verificar que existe uma excessiva movimentação dos pneus e uma grande quantidade de *stock* intermédio.

Figura 18. Layout dos processos de construção, pintura, vulcanização e inspeção final.

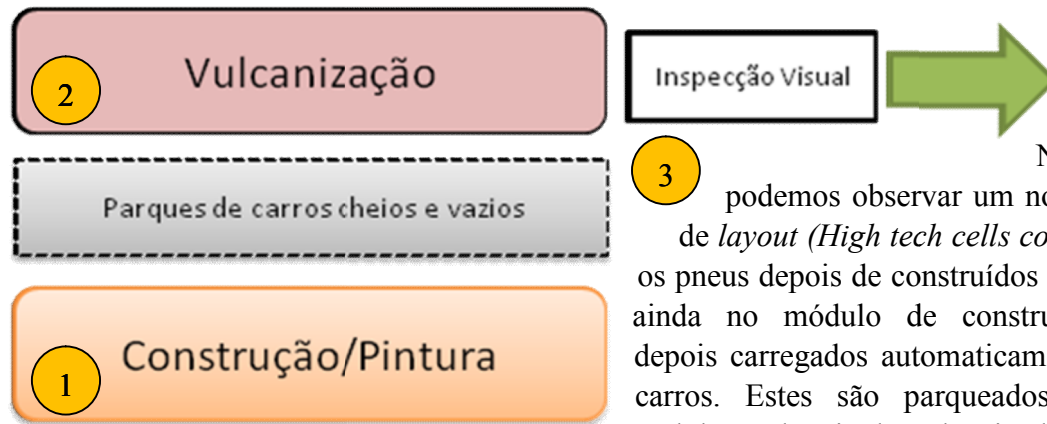


Figura 19. Layout utilizado nas *High tech cells*

Na Figura 19 podemos observar um novo conceito de *layout* (*High tech cells concept*), onde os pneus depois de construídos são pintados ainda no módulo de construção, sendo depois carregados automaticamente para os carros. Estes são parqueados junto dos módulos e depois de vulcanizados, os pneus são inspeccionados visualmente pelo mesmo operador responsável pela vulcanização. Em seguida são colocados num tapete seguindo directamente para uma última inspecção. É de notar que com este tipo de *layout* não são necessários transportadores e o *stock* intermédio é muito reduzido, levando assim a um *lead time* inferior ao do *layout* da Figura 18.

## CIMCORP

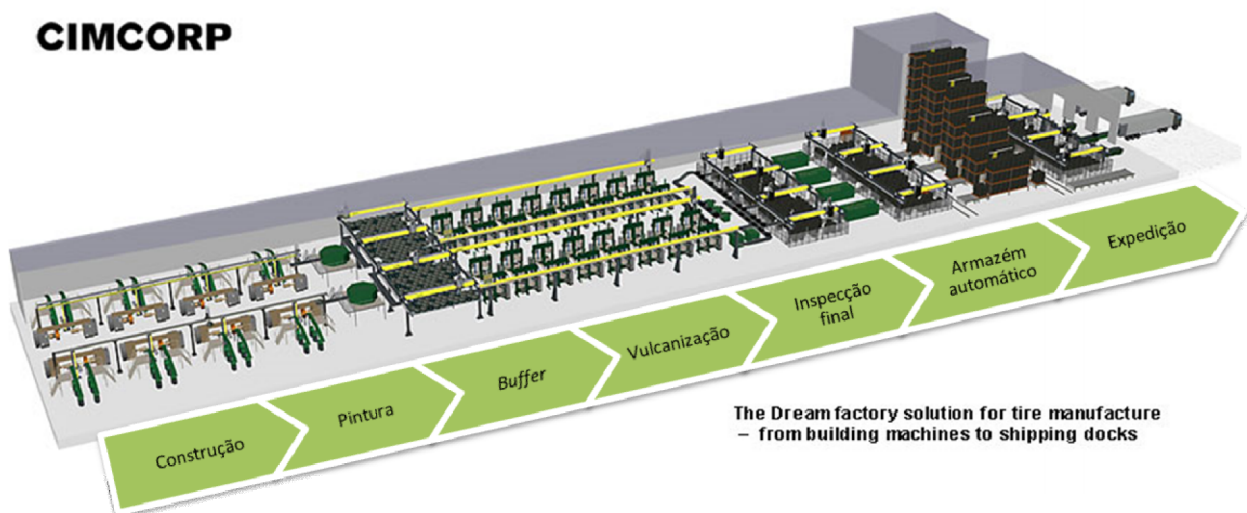


Figura 20. Exemplo de *layout* para uma fábrica de pneus na Índia.

Fonte: (CIMCORP, 2010) modificada

Na Figura 20 é mostrado o *layout* de uma fábrica de pneus onde todo o processo de movimentação e transporte de pneus é feita automaticamente. De destacar é a criação de um fluxo unitário, não havendo formações de lote, sendo assim o *lead time* baixo para um pneu.

## II. Sistema de sincronização entre o vulcanizador e o transportador

A sincronização entre o bordo de linha (neste caso a vulcanização) e o responsável pelo abastecimento do mesmo (transportador), é essencial ao bom funcionamento da linha. Para a sincronização dos processos é comum utilizarem-se ferramentas como o *kanban* ou o *junjo*, no entanto a solução apresentada não respeita completamente a definição das mesmas. A utilização do *kanban* para *mix's* de produção muito elevados, como é o caso, torna difícil o seu funcionamento.

Assim sendo optou-se por uma ferramenta de sincronização informática, com funcionamento semelhante ao *kanban*.

O seu funcionamento é descrito a seguir:

Na vulcanização o operador regista num sistema informático qual o artigo pretendido, assim que apenas tenha um carro desse mesmo artigo junto da prensa. Nos parques da pintura o transportador verifica no sistema, quais os artigos requisitados para as suas prensas, transportando-os na próxima viagem à vulcanização.

Este sistema vai ser de extrema importância para o conceito a seguir descrito (*Mizusumashi*), sendo um complemento do mesmo.

As vantagens da utilização deste sistema são:

- **Número de viagens** dos transportadores optimizadas.
- Redução nas **falhas de abastecimento** das prensas durante as **mudanças de turno**. Este conceito elimina o tempo gasto pelo transportador no início do turno para reconhecimento das necessidades junto das prensas, uma vez que no sistema estão registados esses pedidos. Um sistema semelhante foi introduzido em muitas das fábricas da Ford que segundo (Wherenet, 2007) tem melhorado muito a eficiência em relação à tradicional reposição de material.
- **Baixo** investimento.
- **Melhoria** na **comunicação** entre o processo de vulcanização e os transportadores.

As desvantagens associadas são:

- **Dependência** do operador para a introdução dos dados.
- Eventuais **erros** no pedido do artigo.

### III. *Mizusumashi*

O conceito do *Mizusumashi* contraria um pouco o que é feito pelos transportadores de pneus em verde. Estes são na verdade *Mizusumashi* no que respeita a funções, mas não o são em termos de método de trabalho.

<u><i>Mizusumashi</i></u>	<u>Transportadores</u>
Rotas de viagem fixas	Rotas feitas ao acaso
Ciclos de viagem com intervalos de tempo definidos	Ciclos de viagem com intervalos de tempo variáveis
Transporte apenas do que é solicitado	Transporte de artigos para a vulcanização ou para parques

Este conceito tem como vantagens associadas:

- Redução dos **encravamentos** nas pinturas, uma vez que ao efectuarem viagens cíclicas, vão afluir à pintura em momentos diferentes.

- **Viagens** serão **otimizadas** quer em número de carros transportado quer em distâncias percorridas.
- **Abastecimento contínuo** das prensas, pois a passagem do *Mizusumashi* é regular.

O sistema de sincronização é de grande importância para que este conceito de transporte funcione. Para que na viagem seguinte seja entregue aquilo que foi solicitado, é necessário conhecer as necessidades da vulcanização de uma forma rápida.

#### IV. RFID (*Radio Frequency IDentification*)

A identificação através de rádio frequência é utilizada para localizar e identificar objectos de forma automática. Na Figura 21 é possível observar um esquema básico de funcionamento de *RFID*. Este sistema pode vir a substituir o código de barras, no entanto o seu custo ainda não o permite

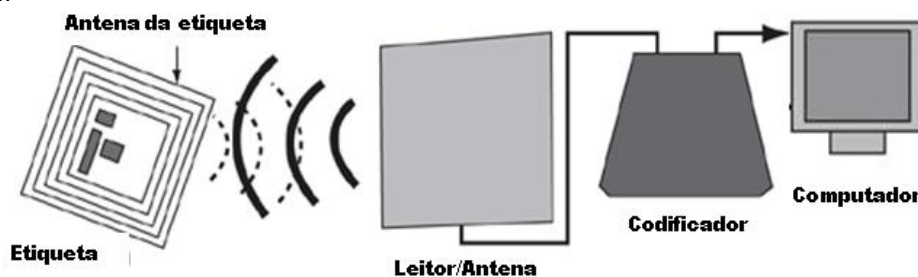


Figura 21. Funcionamento do sistema de identificação (RFID)

Fonte: (Bhuptani, 2005) modificada

Cada vez mais empresas optam pela utilização do *RFID* para monitorizar os seus *stocks*, assim sendo, vai ser descrita uma solução para a Continental Mabor, como se pode ver em esquema no anexo:

1. O carro é carregado no robot da pintura e é escrita na etiqueta, colocada no carro, a informação sobre: a quantidade de pneus carregados e o artigo.
2. O carro é atrelado pelo transportador e quando este passar pelo pórtico colocado na saída da pintura é lida a informação contida na etiqueta e o sistema passa a saber que aquele carro já não se encontra na pintura.
3. O transportador entra num dos canais da vulcanização e é novamente lida a informação do carro, passando o sistema a conhecer que o carro x com n artigos entrou no canal y.
4. Depois de consumido o carro, cabe ao vulcanizador dar a informação à etiqueta de que o carro se encontra vazio.



Figura 22. Etiqueta de RFID para altas temperaturas e pressões.

Fonte: (Group, 2009)

Esta solução poderia ser otimizada através da inserção da etiqueta na parede de cada pneu, através da utilização de etiquetas resistentes a altas temperaturas e pressões conforme mostra (Group, 2009) na Figura 22. Esta solução permitiria adoptar todo o sistema de *RFID* à cadeia

de produção, saber o número de pneus por carro, e uma posterior utilização para monitorização de temperaturas e pressões quando estes estiverem montados no automóvel.

## V. Nivelamento da produção (*heijunka*)

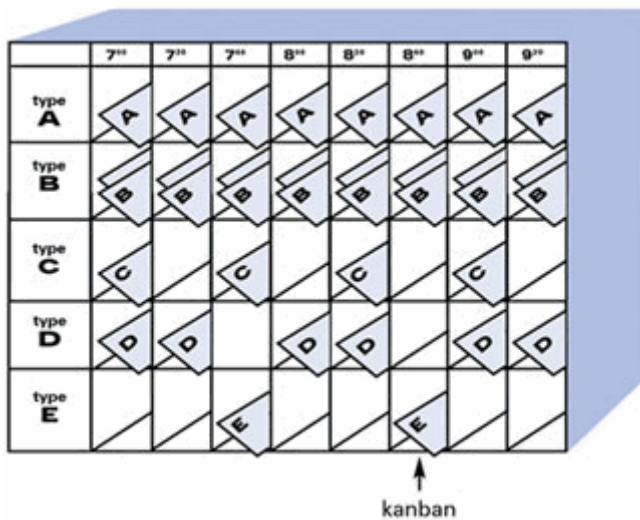


Figura 23. *Heijunka Box* usada para nivelar a produção.

Fonte: (Institute, 2008)

tempo. Conseguimos assim ter a quantidade certa para aquele intervalo de tempo, fazendo com que a produção seja nivelada. Seria necessário aplicar uma *Heijunka Box* em cada um dos módulos de construção de modo a que os picos de produção verificados na secção 4.1. fossem suavizados.

## VI. Armazém automático

Um armazém automático é um local de armazenamento temporário de produtos, onde os movimentos são efectuados por equipamentos automáticos, sem nenhuma intervenção humana. As vantagens deste tipo de armazenamento são: a capacidade de aproveitamento do espaço fabril em altura, melhoria na gestão dos stocks e a possibilidade de garantir o FIFO (*First In First Out*).

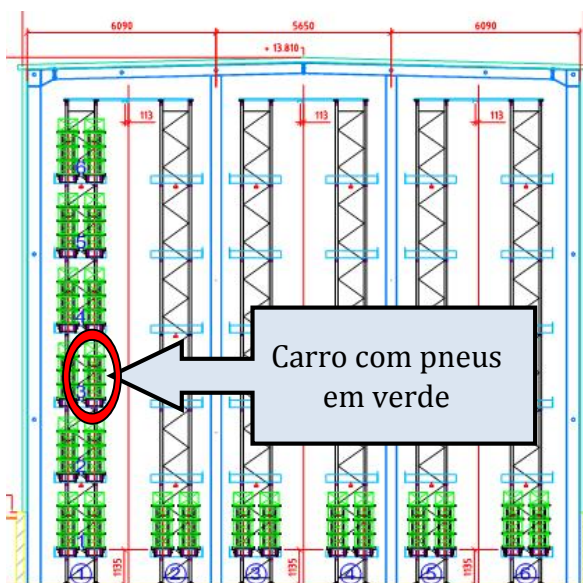


Figura 24. Armazém automático de carros de pneus em verde utilizado numa fábrica do grupo Continental.

O investimento inicial é uma das grandes desvantagens deste tipo de sistema. A constante falta de espaço de parque para os carros de pneus em verde e a impossibilidade de dispor de um carro de cada artigo no parque da pintura (que funciona como um supermercado de abastecimento às prensas), leva à solução de um armazém automático. Na Figura 24 está representado um armazém automático utilizado para carros de pneus em verde numa fábrica do grupo Continental. O esboço da aplicação deste sistema na Continental Mabor está apresentado no Anexo J, onde é possível verificar a criação de um fluxo de material, assim como as possibilidades de futura expansão do armazém.

## 6. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O projecto de melhoria da logística interna na produção de pneus em verde na Continental Mabor trouxe mais valias para ambas as partes envolvidas, tratando-se assim de uma relação *WIN-WIN*. Por um lado a Continental Mabor reuniu ideias e ferramentas que lhe vão permitir abordar o futuro nesta área de uma forma mais conhecedora. A nível pessoal foi importante poder usar num ambiente industrial o conhecimento adquirido ao longo do curso.

O estudo descrito neste documento permite-nos agora dizer quais as dificuldades/problemas existentes nos vários processos que foram alvo de análise.

Foram descritas ao longo deste relatório as propostas de melhoria tais como: o nivelamento da produção na construção de forma a eliminar os picos de produção observados, a criação de fluxos de sentido único não só na area da pintura como nos canais das prensas de vulcanização para a redução dos tempos perdidos em encravamentos pelos transportadores, o sistema de sincronização entre o vulcanizador e o transportador para uma melhor comunicação entre eles e a redução das perdas nas mudanças de turno, a adopção do conceito de *Mizusumashi* por parte dos transportadores de modo a criar um método de trabalho e reduzir as falhas no abastecimento às prensas, a monitorização dos stocks para evitar o excesso de stock de alguns artigos e a construção de um armazém automático de forma a ultrapassar a falta de espaço para estacionamento dos carros, passando assim a existir um supermercado para abastecimento das prensas.

Durante o acompanhamento feito no *shop floor* aos transportadores, durante todo o turno e com todos eles, foram recolhidas informações sobre os principais problemas que estes sentem na realização do seu trabalho. Os problemas mais relatados estavam ligados à falta de lugares de parque junto das prensas, o excesso de carros em stock de alguns artigos o que obriga à utilização de espaço de parque, as constantes deslocações à construção para as antecipações de carros para a vulcanização e a maior carga de trabalho para os transportadores que têm de pintar manualmente os seus pneus. Este levantamento foi importante para que eles sintam que fazem parte de todo o processo de melhoria. O facto de os acompanhar de perto permitiu criar uma interacção, e assim, conseguir constatar a sua forma natural de trabalhar, descobrindo algumas indisciplinas no seu trabalho, tais como, a falta de zelo pelo material de trabalho, o não cumprimento dos horários, o transporte de pneus em verde para a vulcanização sem a aplicação do lubrificante e a falta de organização no estacionamento dos carros.

Os questionários feitos na vulcanização e na construção permitiram conhecer algumas situações até aqui não quantificadas, como o número de carros carregado na construção e a sua razão, ou o tempo perdido pelos vulcanizadores na deslocação aos parques para procurar um carro.

A análise feita ao stock mostrou que o número de pneus no *GTC* apresentava valores superiores para os turnos semanais em relação aos de fim-de-semana, sendo que as produções para ambos os casos são similares, não se encontrando assim uma clara justificação. Será importante fazer o mesmo estudo aos turnos de fim-de-semana para tentar perceber esta diferença registada. Diferença também observada no número de carros carregados na construção, onde o fim-de-semana regista valores inferiores em relação à semana.

O nivelamento da produção na construção é de extrema importância de modo a não prejudicar os processos a jusante, uma vez que foram registados picos de produção que se fazem sentir na incapacidade de resposta nas saídas da pintura, não existindo carros disponíveis nesses

momentos. Isto faz com que toda a linha de GTC atinja valores de saturação, provocando a paragem dos elevadores dos módulos de construção. Esta paragem obriga os construtores a colocarem os pneus directamente para carros, que já estão em falta na saída da pintura, gerando assim um efeito “bola de neve”.

O stock em carros permitiu-nos verificar que alguns artigos são produzidos em quantidades acima do que seria de esperar, uma vez que o seu consumo é baixo em relação à quantidade produzida, provocando os problemas de falta de lugares de parque.

A criação de fluxos de sentido único na área da pintura e nos canais da vulcanização vão permitir eliminar alguns dos tempos perdidos por parte dos transportadores. A utilização do sistema de sincronização entre o vulcanizador e o transportador reduziria muitas das falhas de abastecimento que ocorrem nas prensas de vulcanização. Em conjunto com o sistema de sincronização, será essencial o transportador começar a operar segundo o conceito de *Mizusumashi* para assim optimizar as suas viagens, quer em número de carros transportado quer em distância percorrida, uma vez que foi registada uma média de 2 carros transportados quando o esperado seriam os 5 permitidos, reduzindo os encravamentos na área da pintura e melhorar o fluxo.

Em relação aos stocks, passou agora a saber-se o número de pneus que o *GTC* comporta ao longo do dia e as suas variações. Conhecem-se também as dificuldades em termos do número de carros necessários (tendo sido quantificada uma proposta de aquisição de novos carros de cada tipo) para comaltar muitas das carências de carros vazios na pintura. A criação de fluxos na pintura e nos canais de vulcanização, o sistema de sincronização e o conceito de *Mizusumashi*, só serão bem sucedidos se forem resolvidos alguns dos problemas de disciplina/organização por parte dos operadores.


Durante a fase final do projecto estava a decorrer uma profunda reformulação da zona da pintura, onde serão aplicados robots nas saídas de duas das três máquinas de pintura, sendo importante no final desta reformulação a aplicação de algumas destas soluções de modo a retirar todo o rendimento dos automatismos instalados.

No final do estudo, os objectivos propostos pela Continental Mabor para este projecto de fim-de-curso foram cumpridos, assim como todas as expectativas pessoais.

## 7. Referências


- Bhuptani** Manish, M. S. (2005). *RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems*. Prentice Hall PTR.
- CIMCORP**. (26 de Junho de 2010). *Dream factory*. Obtido em 30 de Junho de 2010, de CIMCORP: <http://www.cimcorp.fi/linkkitiedosto.asp?taso=2&id=31>
- Coimbra**, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Zug: Kaizen Institute.
- Fujimoto**, T. (1999). *The Evolution Of a Manufacturing System at Toyota*. New York: Oxford University Press.
- Group**, G. (2009). *860 to 950MHz Gen 2 RFID Tire Tag*. Obtido em 15 de Junho de 2010, de GAORFID: [http://www.gaorfid.com/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=122&products\\_id=853](http://www.gaorfid.com/index.php?main_page=product_info&cPath=122&products_id=853)
- Institute**, L. E. (2008). *Lean Lexicon a graphical glossary for Lean Thinkers*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute.
- Ortiz**, C. A. (2006). *Kaizen assembly : designing, constructing, and managing a lean assembly line*. Florida: Taylor & Francis.
- Refa** Bundesverband e.V.,(2004) Verband fur Arbeits Gestaltung, *Betriebs – Organisation und Unternehmensentwicklung*.
- Roberts**, C. M. (2006). Radio frequency identification (RFID). *Elsevier* , 18-26.
- Shingo**, S. (1989). *A study of the Toyota Production System from an industrial engineering viewpoint*. Cambridge: Productivity press.
- Sweeney**, P. J. (2005). *RFID For Dummies*. Hoboken: Wiley Publishing, Inc.
- Wherenet**. (2007). *AIM*. Obtido em 27 de Maio de 2010, de Breakthrough Wireless Technology Saves Ford Motor Company Time and Money: <http://www.aimglobal.org/members/news/templates/template.aspx?articleid=3007&zoneid=14>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D.** (1990). *The Machine That Changed The World*. Massachusetts: Macmillan.

## 8. Anexo A: Formulário da construção

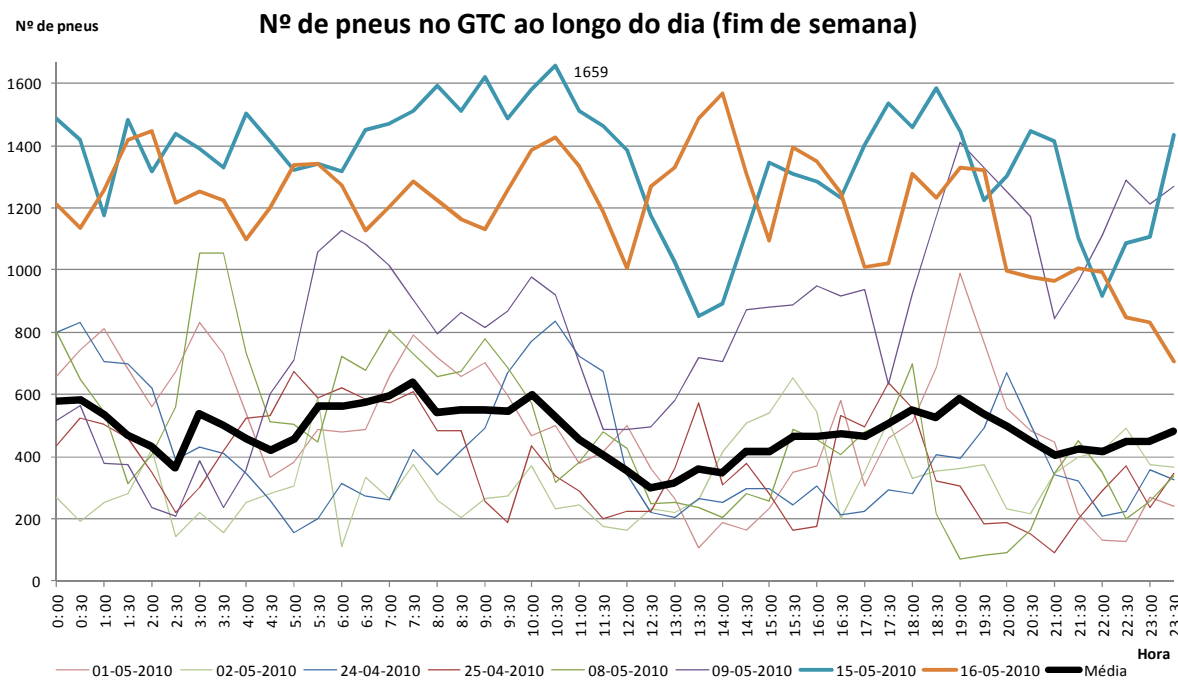
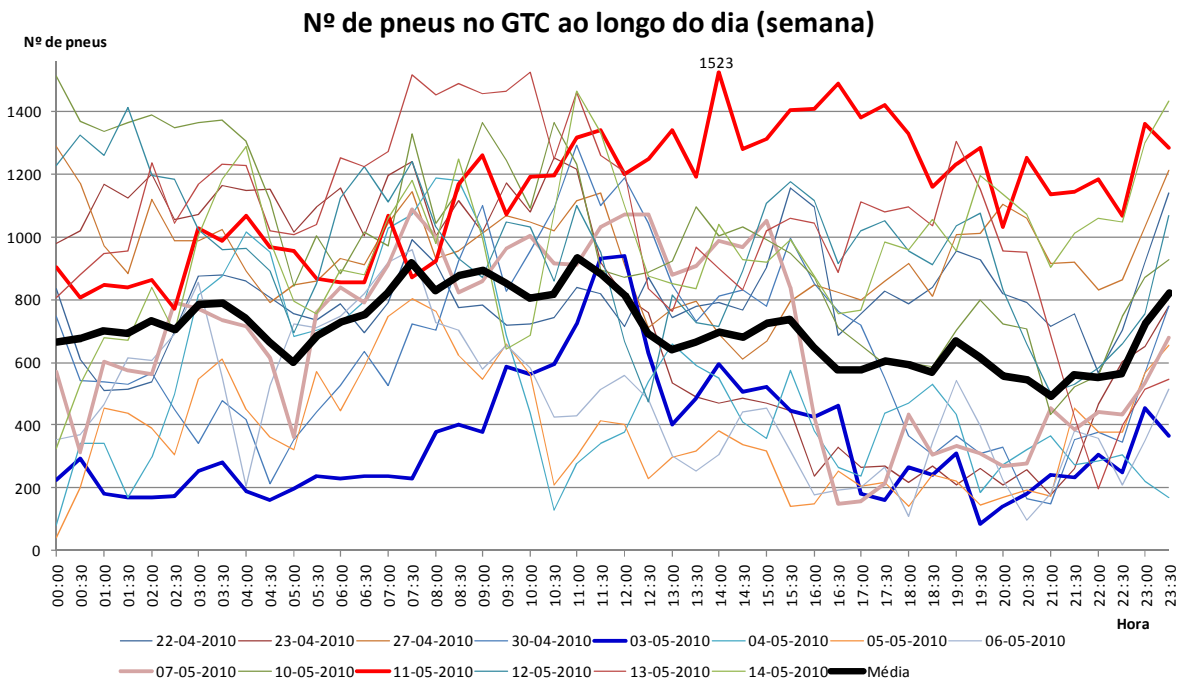
		Continental Mabor Indústria de Pneus S.A.
Nome: _____	Data: ____/____/____	
Nº operador: _____	Equipe: _____	
Módulo: _____	Turno: <u>5</u>	
<b>Formulário de levantamento do Nº de carros usados na construção</b>		
Horas de turno	Nº de carros por paragem do GTC	Nº de carros por antecipação (pedidos para a vukanização)
8:00 h		
9:00 h		
10:00 h		
11:00 h		
12:00 h		
13:00 h		
14:00 h		
15:00 h		
16:00h		
17:00h		
18:00h		
19:00h		
Departamento de Engenharia Industrial		



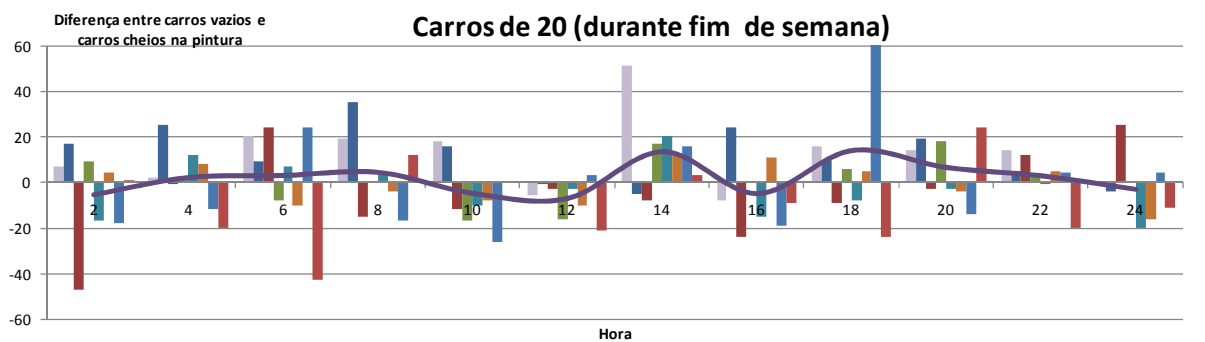
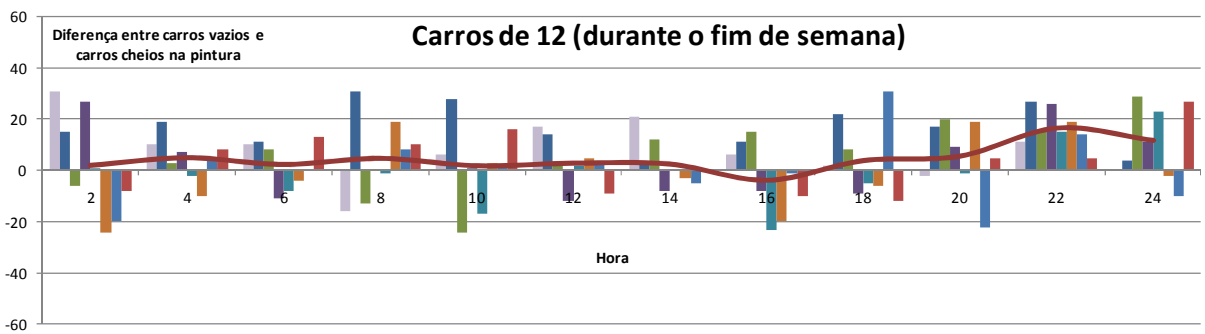
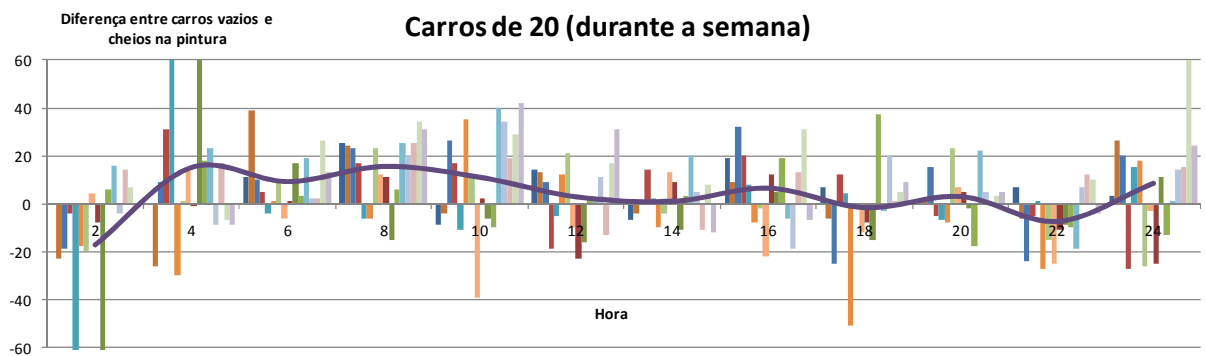
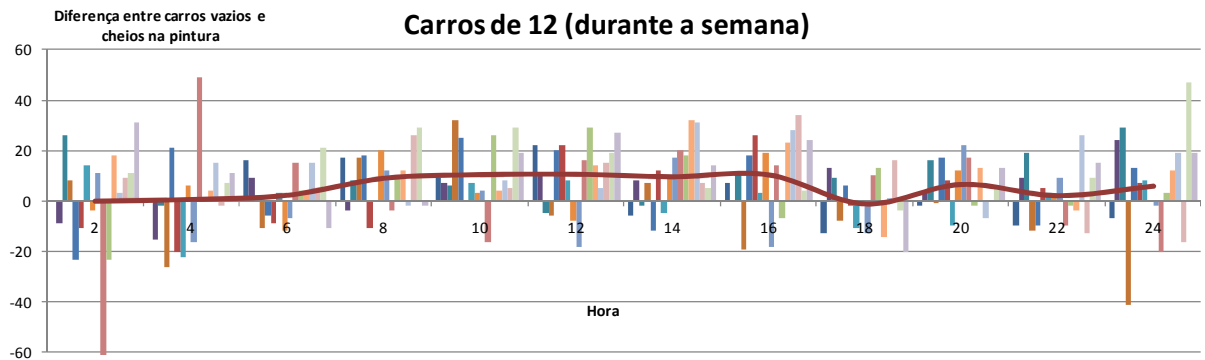
## 10. Anexo C: Questionário vulcanização

		Continental Mabor Indústria de Pneus S.A.	
-----			
Questionário			
Nome: _____		Data: __/__/__	
Operador: _____	Turno: _____	Equipa: _____	Prensa ____ a ____
-----			
		<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
➤ Alguma prensa parou hoje no seu turno por falta de carros?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
➤ Se sim, quantifique o tempo total que estiveram paradas e as cavidades. ____ horas ____ min. Cavidades _____			
➤ Necessitou de ir buscar um carro de pneus em verde?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
➤ Se sim, quantifique o número de vezes que o fez? _____			
-----			
➤ Realizaram mudanças de diafragma(s) no seu turno?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
➤ Se sim, quantifique o número de máquinas e o tempo que cada uma esteve parada até à chegada da equipa de mudança de diafragmas.		Máquina	Tempo(min.)
		_____	_____
		_____	_____
		_____	_____
-----			
➤ Realizaram mudanças de molde(s) no seu turno?		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
➤ Se sim, quantifique o número de máquinas e o tempo que cada uma esteve parada até à chegada da equipa de mudança de moldes.		Máquina	Tempo(min.)
		_____	_____
		_____	_____
		_____	_____

### 11. Anexo D: Evolução do número de pneus no GTC

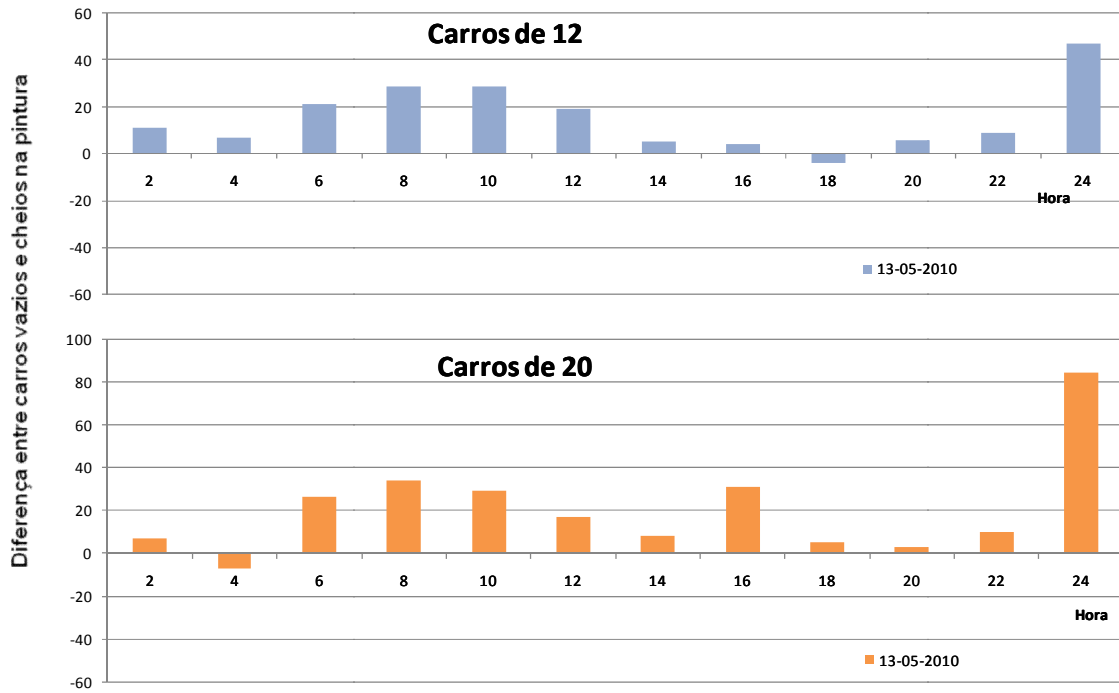


## 12. Anexo E: Diferencial: Carros vazios e carros cheios

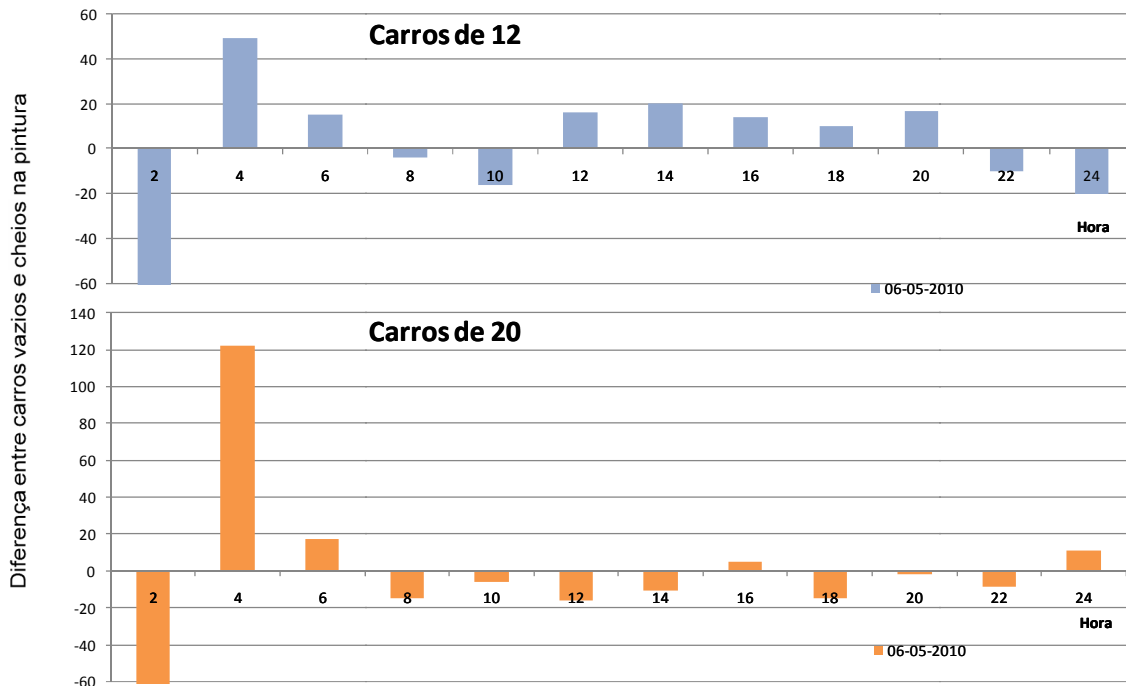


### 13.Anexo F: Necessidade de carros para diferentes realidades

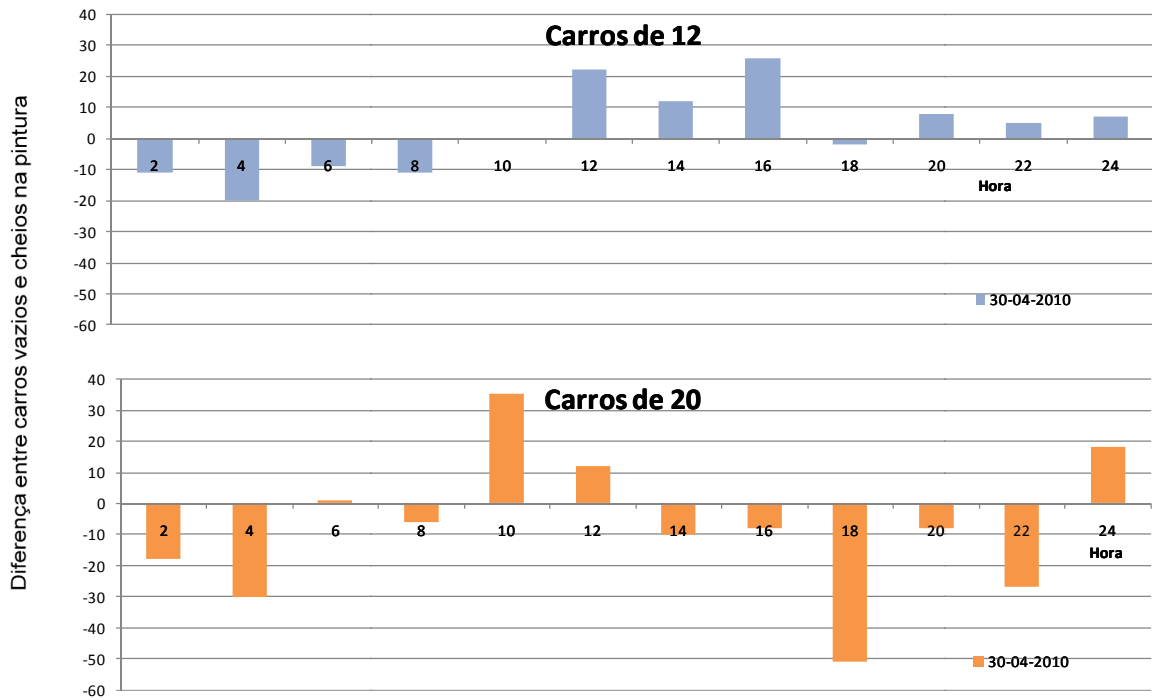
#### Necessidade de carros (MIX 131) c/ produção 45927 pneus



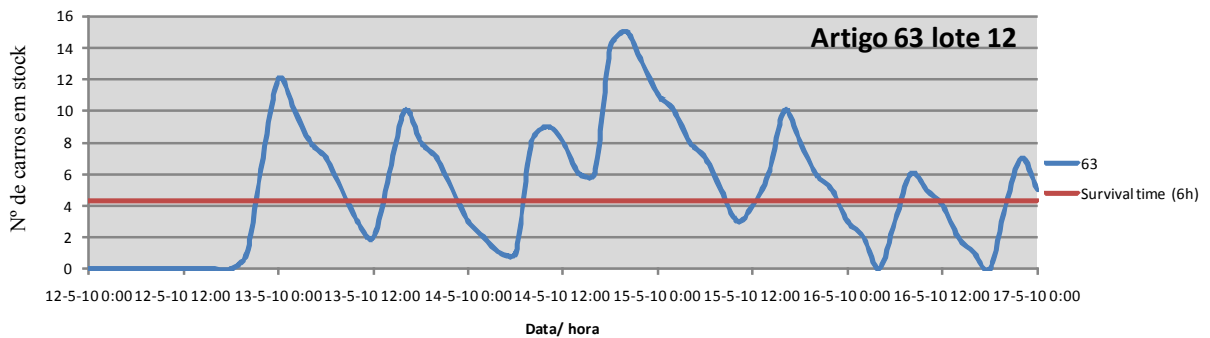
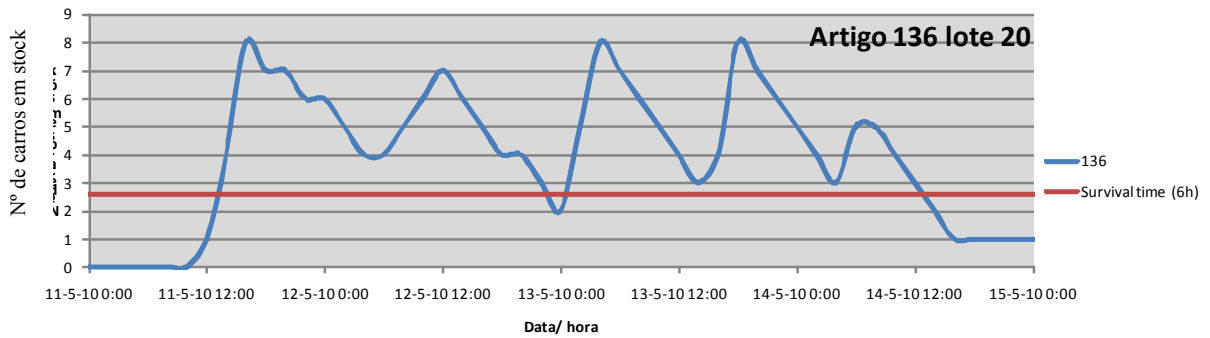
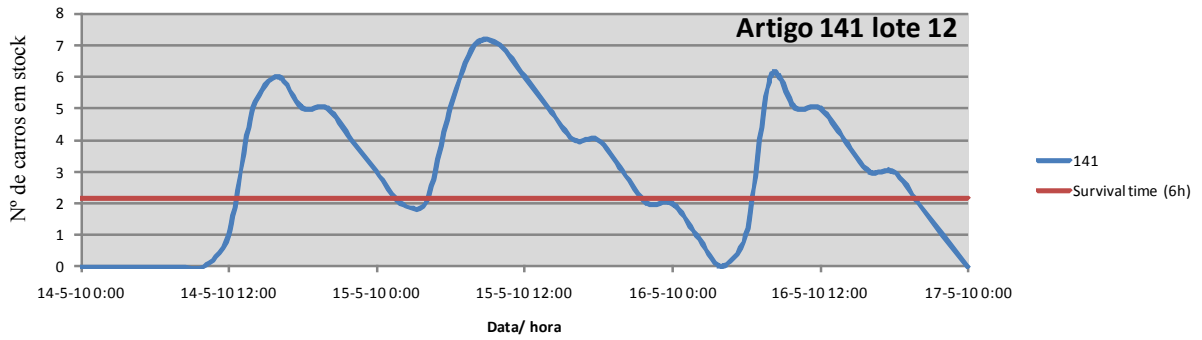
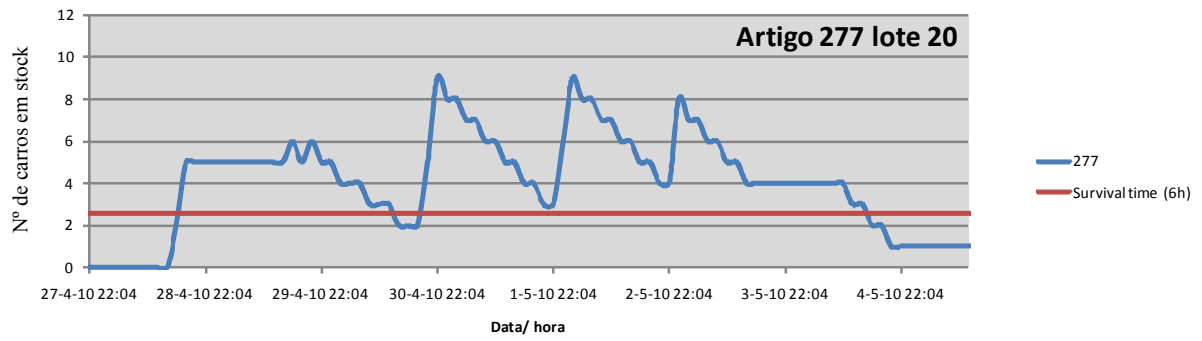
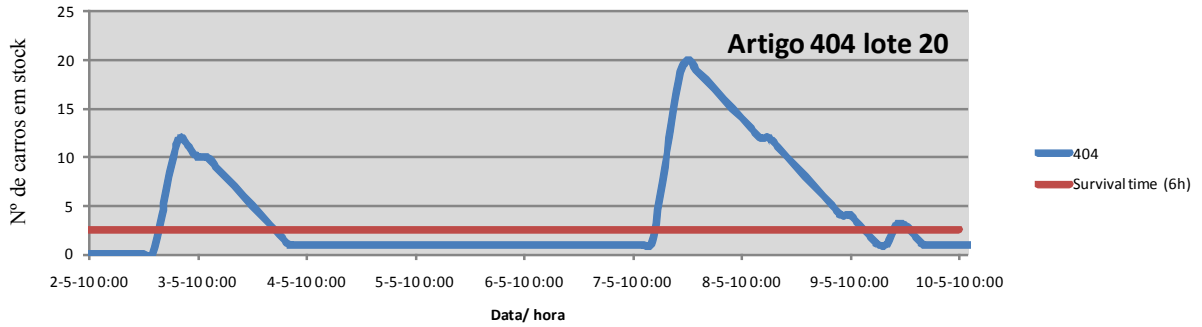
#### Necessidade de carros (MIX 139) c/ produção 44630 pneus



### Necessidade de carros (MIX 146) c/ produção 46320 pneus

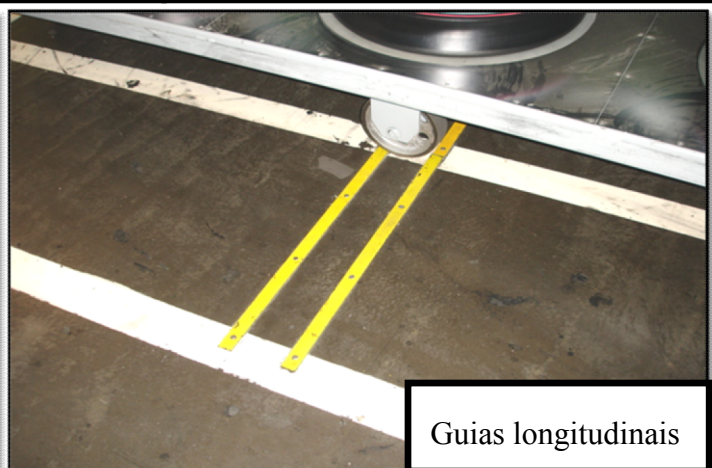
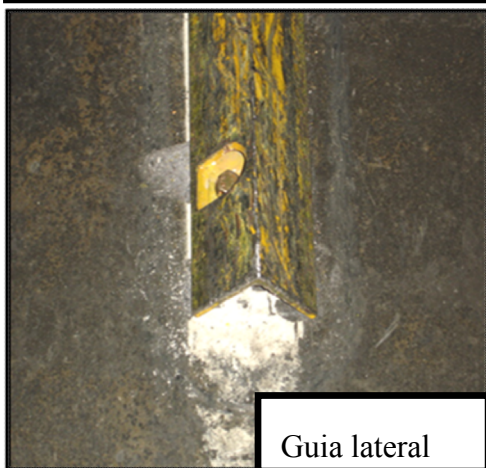


### 14. Anexo G: Stock por artigo em carro



## 15. Anexo H: Soluções a curto prazo

### 1. Parques



### 2. Engates



### 3. Utilização dos carros de lote 12



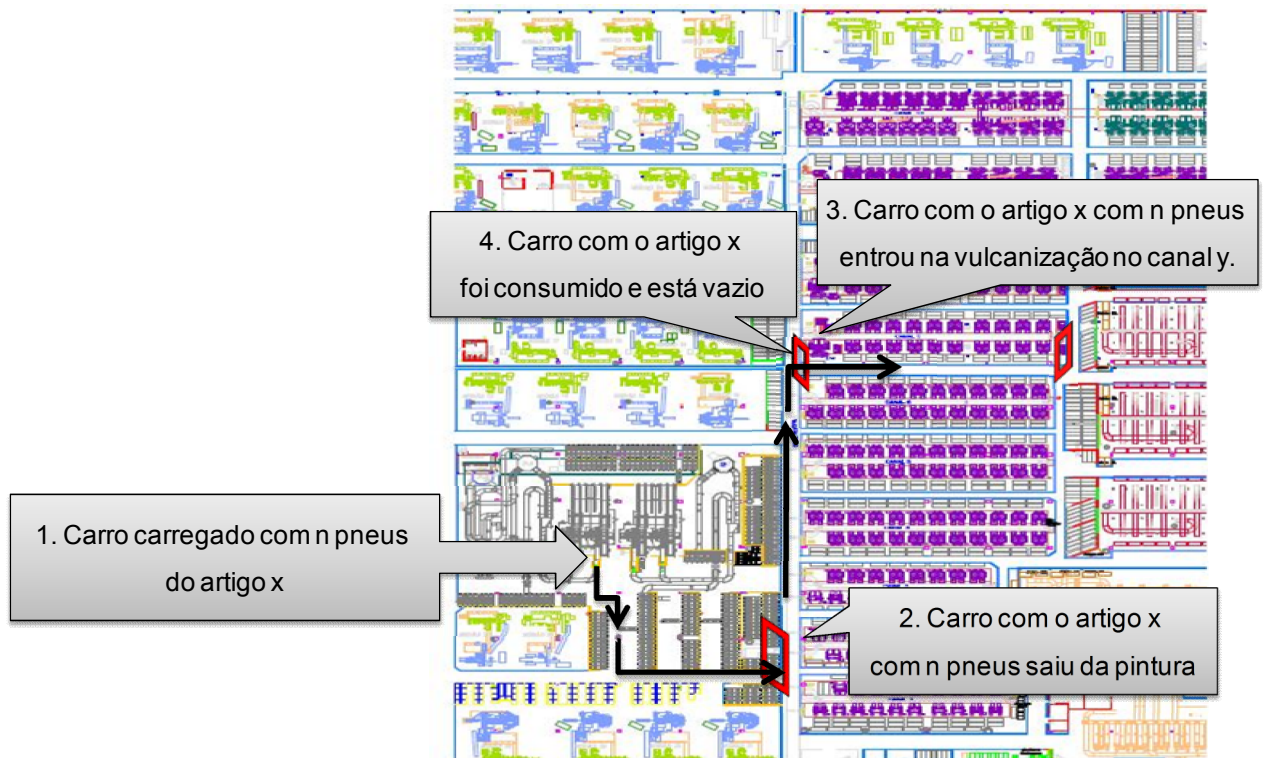
### 4. Lotes incompletos



### 5. Colocação dos pneus *scrap*



## 16. Anexo I: Esquema de funcionamento do RFID



## 17. Anexo J: Esboço de armazém automático na Continental Mabor

