



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Processos de Melhoria Contínua na Chassis Brakes International

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Autor

Patrícia Alexandra da Silva Ferreira

Orientador

Professor Doutor Cristóvão Silva

Júri

Presidente Professor Doutor José Manuel Baranda Ribeiro
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Doutor Pedro Mariano Simões Neto
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Chassis Brakes International



Coimbra, Julho, 2013

“Deve-se sempre aspirar à melhoria do estado atual. Ninguém deve dar-se por totalmente satisfeito com o que já foi alcançado, devendo ambicionar a constante melhoria da sua área.”

Robert Bosch

Agradecimentos

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram e fizeram com que fosse possível hoje escrever esta tese.

Agradeço às minhas verdadeiras amigas e companheiras de curso e para o resto de uma vida, Catarina Pereira e Eloisa Simões, por estarem sempre presentes e me apoiarem nos momentos mais complicados deste trabalho e por tantos outros momentos no nosso percurso académico. Obrigada por tudo, devo-vos muito.

Ao Prof. Doutor Cristóvão Silva pela ajuda essencial prestada ao longo destes meses.

À *Chassis Brakes International* (CBI) por permitir a realização deste estágio. Ao meu orientador na CBI, Eng. Fernando Gomes pelas oportunidades e por todo o apoio prestado ao longo destes meses. Ao Eng. Pedro Loureiro por tudo que me ensinou, à Eng. Ana Duarte que mais que colega de trabalho já é amiga, à Adriana Gonçalves por toda a ajuda e a todas as outras pessoas com quem tive o prazer de trabalhar na CBI e muito me ensinaram. Levo-os a todos comigo com muita amizade.

Resumo

Com base no plano curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, surge a oportunidade de realização de um estágio com a finalidade de desenvolver uma tese de mestrado em meio industrial.

No trabalho apresentado será possível tomar conhecimento de todas as atividades desenvolvidas ao longo dos seis meses de estágio, na Chassis Brakes International, empresa especializada na produção de travões de tambor, que consistiram na implementação de processos de melhoria contínua.

O estágio iniciou-se então no setor das prensas (início de todo o processo de produção de travões de tambor), onde foi possível desenvolver vários projetos desde planeamento e sequenciamento produtivos, implementação de supermercados e seguimento da eficiência dos equipamentos (OEE). Posteriormente, no setor do *Aftermarket* (AA), são apresentadas fundamentalmente propostas de melhoria para o setor, essencialmente no que diz respeito a gestão de *stocks*, interação com outros setores e redimensionamento de supermercados.

Palavras-chave: Lean Manufacturing, Planeamento produção, Supermercados, OEE, Aftermarket, Gestão de stocks.

Abstract

Based on the curriculum of the Master of Industrial Engineering and Management, the opportunity arises to carry out an internship in order to develop a master's thesis in industrial environment.

In the work presented will be possible to examine all the activities during the six months internship in Chassis Brakes International, a company specializing in the production of brakes drums, which consisted in the implementation of continuous improvement processes.

The internship began then in the press sector (start the whole process of producing drum brakes), where it was possible to develop various projects from planning and scheduling production, implementation and monitoring of supermarket equipment efficiency (OEE). Subsequently, the industry Aftermarket (AA), are presented fundamentally improvement proposals for the sector, primarily with regard to inventory management, interaction with other sectors and resizing supermarkets.

Keywords Lean Manufacturing, Production planning, Supermarkets, OEE, Aftermarket, Stock management.

Índice

Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
Simbologia e Siglas	xv
Siglas	xv
1. Introdução	1
2. Apresentação da Empresa	3
2.1. Principais clientes	3
2.2. Produtos	4
2.3. Layout fabril	6
2.4. Projetos de estágio desenvolvidos	8
3. Setor Prensas	9
3.1. Layout e funcionamento do setor	9
3.2. Planeamento linha de pratos	13
3.2.1. Produtos e necessidades	13
3.2.2. Planeamento	15
3.2.3. Sequenciamento da produção	18
3.2.4. <i>Every Part Every Interval</i> - EPEI	22
3.2.5. Implementação do planeamento	23
3.2.6. Apreciação ao planeamento aplicado	25
3.3. Seguimento produtivo: OEE's	26
3.3.1. OEE – <i>Overall equipment effectiveness</i>	26
3.3.2. OEE na Chassis Brakes International	26
3.3.3. Dobra ATM's	30
3.3.4. Pratos	32
3.3.5. Melhorias implementadas	33
3.4. Implementação de supermercado	34
3.4.1. Placas consumo interno	35
3.4.2. Placas, Almas e Jantes para exportação	38
4. Setor Aftermarket	45
4.1. Funcionamento do setor	46
4.1.1. Produção de CKD's e cravação de pratos	46
4.1.2. Produção <i>kits</i>	47
4.2. Principais dificuldades	49
4.2.1. Gestão de <i>stocks</i> : Supermercado de segmentos	51
4.2.2. Atualização de instruções de montagem	57
4.2.3. Comunicação com armazém	58
4.2.4. Melhorias pendentes	59
5. Outras Atividades	61

6. Conclusão	63
7. Referências Bibliográficas.....	65
8. Bibliografia	67
ANEXO A	69
ANEXO B.....	71
ANEXO C.....	73
ANEXO D	75
ANEXO E.....	77
APÊNDICE A.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pirâmide hierárquica de clientes da CBI Abrantes	3
Figura 2: Travão de tambor e seus componentes.	4
Figura 3: <i>Layout</i> Fabril.	6
Figura 4: Desenrolador da prensa 250 Toneladas.	9
Figura 5: Prensa 250Ton e 300 Ton, respetivamente	9
Figura 6: Sequenciador produtivo.	10
Figura 7: Alavanca Dácia depois de dobrada.	11
Figura 8: Prato Bruto (X98).	12
Figura 9: SIOP 2013.	13
Figura 10: Planeamento Fevereiro.	15
Figura 11: <i>Pattern</i> proposto.	21
Figura 12: <i>Pattern</i> final.	22
Figura 13: <i>Kanban</i> prato A5X Direito.	24
Figura 14: Quadro com sequenciamento planeado.	25
Figura 15: Ficheiro OEE para Linha de Pratos.	28
Figura 16: Produção real de cada turno (Pratos)	28
Figura 17: Evolução do OEE (Pratos)	29
Figura 18: OEE Dobra.	30
Figura 19: TOP 5	31
Figura 20: TOP 10	31
Figura 21: OEE Pratos	32
Figura 22: Evolução do OEE	33
Figura 23: Evolução OEE Pratos	33
Figura 24: Espaço dedicado à armazenagem de <i>stock</i> de placas.	35
Figura 25: <i>Layout</i> do supermercado para placas de consumo interno.	38
Figura 26: Esquema do supermercado.	41
Figura 27: Supermercado de Almas, Jantes, Placas Dácia e Placas H79.	42
Figura 28: Identificação peças.	43
Figura 29: Quadro sequenciador.	43

Figura 30: <i>Kit</i> Pro D80 (Marca BOSCH).	45
Figura 31: Localização das caixas em armazém.	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Procura Brasil e Polónia no mês de Maio.....	5
Tabela 2: Necessidades de produção de travões mês Fevereiro.....	14
Tabela 3: Produção mínima por turno.....	17
Tabela 4: Tempos de processamento.....	20
Tabela 5: EPEI das referências em causa.....	23
Tabela 6: Modelos Placas vs Modelos Travões.....	36
Tabela 7: Dimensionamento de supermercado para placas de consumo interno.....	37
Tabela 8: Dimensionamento de supermercado para placas, almas e jantes.....	39
Tabela 9: Dimensões do espaço e contentores.....	41
Tabela 10: Segmentos para <i>kits</i>	53
Tabela 11: Segmentos para <i>PACKING</i>	54
Tabela 12: <i>High runners</i>	55

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Siglas

AA – *Automotive Aftermarket*

ABC – *Activity Bases Costing*

ATM – *Alavanca travão de mão*

CBI – *Chassis Brakes International*

CO – *Change Over*

CR – *Cilindro de roda*

EDD – *Earliest Due Date*

EPEI – *Every Part Every Interval*

FCFS – *First Come First Served*

FIFO – *First In First Out*

LPUL – *Maior penalidade por unidade de tempo*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OPL – *Open Point List*

SAP – *Systems, Application and Products in Data Processing* (Sistema ERP)

SIOP – *Sales Inventory Operation Planning*

SPT – *Shortest Processing Time*

1. INTRODUÇÃO

“Hoje melhor que ontem, amanhã melhor que hoje”, uma frase que retrata a mentalidade da maioria das empresas de hoje em dia, pois para competir com sucesso na economia de hoje é preciso ser pelo menos tão bom quanto qualquer um dos concorrentes globais, se não melhor (Manos *et al*, 2006). Para isso é necessário ter um pensamento de melhoria contínua, ou seja, não se dar por satisfeito com o que até então foi conseguido e continuar a melhorar os processos de uma empresa dia após dia. Os principais fatores que tornam uma empresa competitiva são o custo, a qualidade e os prazos de entrega, isto é, cada vez mais os clientes procuram produtos de boa qualidade aliados a preços acessíveis e é nisso que as empresas têm de se focar.

A melhoria contínua pode ser gradual ou sistemática, no entanto, numa melhoria contínua gradual as hipóteses de sucesso são maiores, uma vez, que à medida que as mudanças vão sendo implementadas são corrigidos os erros inerentes à mesma e dessa forma os prejuízos dela adjacentes são naturalmente menores que no caso de uma mudança sistemática (Mckee, L., 2009). Mas independentemente do tipo de mudança, é importante transmitir a dinâmica da mudança no seio de uma empresa bem como integrar todos os colaboradores, uma vez que são eles que lidam diariamente com o processo, ninguém melhor que eles para dizer que alterações efetuar e se deve ser efetuada ou se realmente a alteração escolhida é ou não apropriada. Mas, por estranho que pareça, também se torna importante incentivar o erro, pois é através dos erros que surgem as ideias de mudança para que estes não voltem a acontecer. Para além disso é uma forma de lutar contra a resistência à mudança, já que ao errar as pessoas intervenientes procurarão elas próprias solucionar o problema.

O *Lean Thinking* tem também um peso enorme na melhoria contínua. *Lean* é uma filosofia de produção ou de gestão que reduz o tempo de espera entre o pedido do cliente e o envio dos produtos ou serviços encomendados. Essa redução é possível através da eliminação de desperdício, ajudando assim as empresas na redução de custos, tempos de ciclo e atividades sem valor agregado, resultando em empresas mais competitivas (Manos *et al*, 2006). A implementação de tecnologias adequadas, bem como um planeamento

estruturado, reduzirão tempos de ciclo e conseqüentemente, custos podendo o produto acabado ser vendido ao cliente a preços mais competitivos. Portanto, torna-se fulcral a eliminação de desperdícios.

No âmbito da disciplina de Dissertação de Mestrado do 2º ano de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, foi realizado um estágio curricular na empresa *Chassis Brakes International* (CBI), empresa do ramo automóvel, onde foi possível implementar ações de melhoria contínua, nomeadamente: (1) Implementação de um planeamento de produção; (2) Implementação de supermercados; (3) Implementação de ferramentas de seguimento de eficiência de equipamentos (OEE).

Todas as medidas de melhoria contínua implementadas na CBI resultam do seguimento da linha de objetivo do projeto *True North*. Este é um projeto onde são definidas metas para a empresa até ao ano de 2015 e é no cumprimento dessas metas que a CBI Abrantes se foca, tendo sempre em vista a satisfação dos seus clientes e o aumento da sua competitividade no mercado automóvel.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A *Chassis Brakes International* Abrantes (CBI), que até ao ano de 2012 fazia parte do grupo *BOSCH*, é uma empresa que faz parte de uma multinacional do ramo automóvel especializada na produção de travões de tambor constituindo estes 75% dos seus produtos. A empresa produz cerca de 12.700 travões de tambor por dia. Para além de travões, a CBI Abrantes ainda produz componentes para outras empresas do grupo (15%) e peças de reposição que normalmente são designadas por *Aftermarket* (10%).

A empresa tem uma área de aproximadamente 50.000 m² e emprega cerca de 250 trabalhadores, classificando-se assim como média/grande empresa.

2.1. Principais clientes

Os principais clientes do travão de tambor da CBI, apresentados na Figura 1, encontram-se na Europa, nomeadamente em França, Hungria e Alemanha. A Renault + Dacia representam cerca de 37% de volume de negócios e a PSA (Peugeot + Citroen) 34% sendo estes os seus maiores clientes. Segue-se a Toyota (TPCA) com 15%, a Smart com 8%, a Suzuki com 3% e os restantes clientes constituem os restantes 3% do volume de negócios.

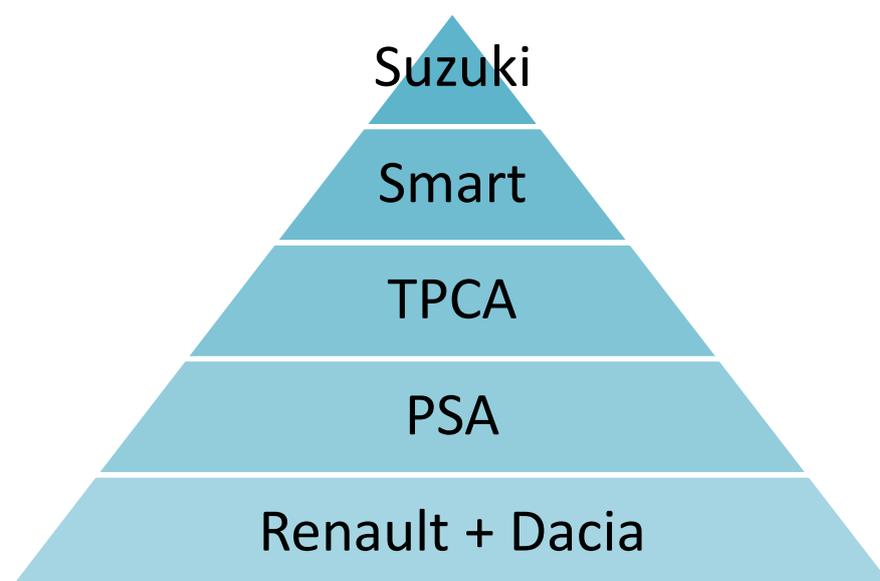


Figura 1: Pirâmide hierárquica de clientes da CBI Abrantes

2.2. Produtos

O produto com maior relevância a nível de volume de negócio é, como referido anteriormente, o travão de tambor. Na Figura 2 apresenta-se a estrutura de um travão de tambor. A maior parte dos componentes que fazem parte do produto final são concebidos pela CBI, no entanto existem pequenos componentes que são adquiridos externamente.

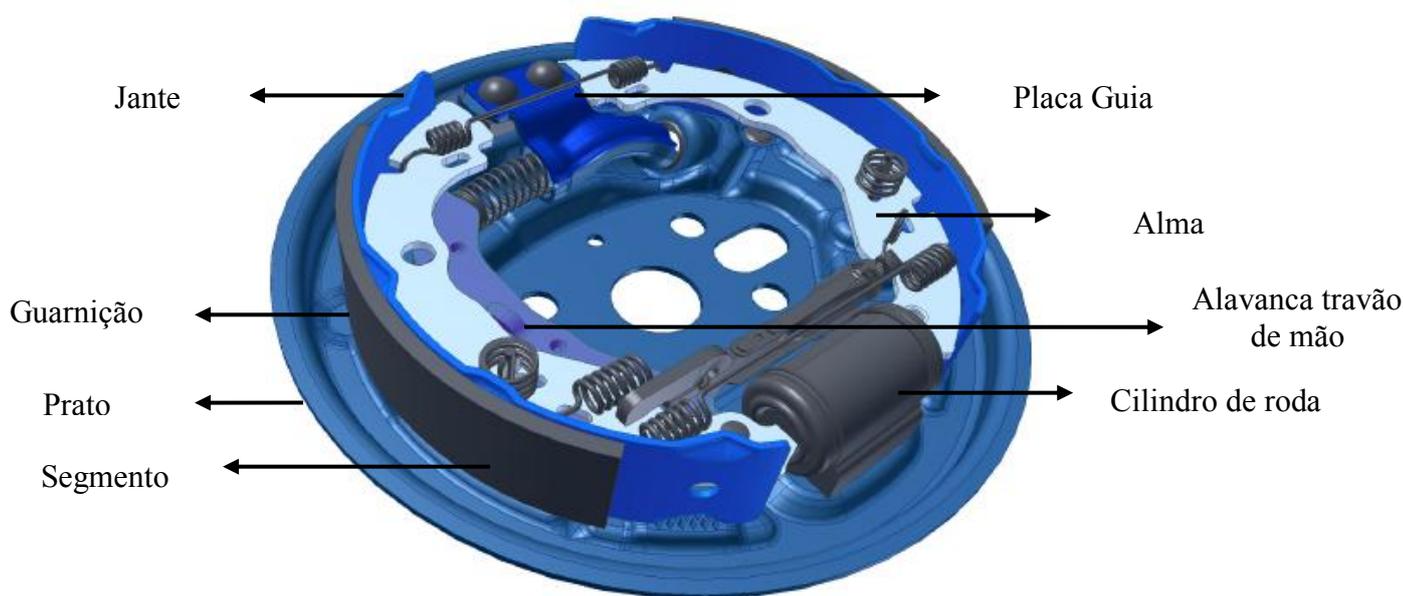


Figura 2: Travão de tambor e seus componentes.

Os componentes representados a azul na Figura 2 são produzidos na empresa e os componentes a preto são comprados a fornecedores externos. No caso dos cilindros de roda são compradas barras de alumínio ao fornecedor que, posteriormente, são transformadas na fábrica em cilindros depois de passarem pelos setores de Maquinação e Hidráulica. São comprados ainda corpos cilíndricos para os cilindros de ferro que são também montados internamente.

O prato, alavancas de travão de mão, jantes, almas, segmentos, cilindros de roda e bielas são componentes produzidos/montados não só para a montagem de travões de tambor na CBI Portugal, sendo também vendidos a outras empresas do grupo. Os principais clientes do grupo são a *Chassis Brakes* da Polónia e a *Chassis Brakes* do Brasil. Na Tabela 1, é possível visualizar a procura desses componentes referentes ao mês de Maio para as duas fábricas acima referidas.

Maio 2013			
	Designação	Referência	Procura
BRASIL	Alav X65 8"	0204211263B	31000
	Alav X65 8"	0204211264B	30000
	CRCI T1	0204011581B	5184
	CRCI T1	0204011582B	5184
	Conj Biela	0204214482B	29000
	Conj Biela	0204214483B	29000
	ATM Nissan Esq.	0204214608B	2400
	ATM Nissan Dir.	0204214609B	2400
	ATM T1 Esq.	0204214600B	4600
	ATM T1 Dir.	0204214601B	4600
	Conj Biela	0204214623B	2600
	Conj Biela	0204214624B	2600
	Prato X76 9" c/ massas	0204704731B	2500
	Prato X76 9" c/ massas	0204704732B	2500
	Placa de retenção	0204211467B	6000
	Placa de retenção	0204211468B	6000
	Alav Toyota esq	0204211483B	6000
	Alav Toyota dta	0204211484B	6000
POLÓNIA	Prato WC 19 esq	02042143952ph	2808
	Prato WC 19 dto	02042143962ph	3888
	Prato WC 19 c/ ABS esq	02042144062ph	39960
	Prato WC 19 c/ ABS dto	02042144072ph	40176
	Prato WC 22 esq	02042144102ph	1296
	Prato WC 22 dto	02042144112ph	1728
	Prato WC 22 c/ABS esq	02042144162ph	9936
	Prato WC 22 c/ABS dto	02042144172ph	10800
	Segm colado "comprimé"	02042144012ph	110250
	Segm colado "tendu"	02042144022ph	110250
	Alva. Travão mão esq	02042146082ph	52500
	Alva. Travão mão dta	02042146092ph	56700
	Prato X65 8" esq c/ ABS	02042112472ph	30600
	Prato X65 8" dto c/ ABS	02042112482ph	30600
	Prato X65 8" esq s/ ABS	02042112652ph	12960
	Prato X65 8" dto s/ ABS	02042112662ph	14040
	Alav. T.M. esq X65 8"	02042112632ph	42000
	Alav. T.M. dta X65 8"	02042112642ph	45000
	Alma X65 8"	02042112562ph	270000
	Jante X65 8"	F02B3514242ph	203500

Tabela 1: Procura Brasil e Polónia no mês de Maio.

Assim sendo, para o Brasil durante o mês de Maio foram exportadas cerca de 87.000 alavancas de travão de mão (ATM), 10.368 cilindros de roda (CR), 63.200 bielas,

5.000 pratos e 12.000 placas de retenção. Para a Polónia, saíram 110.592 pratos Dácia o que implica uma média de 22 contentores com 216 pratos cada por dia, 220.500 segmentos, 196.200 ATM's, 85.000 pratos X65 8'', 270.000 almas e ainda 203.500 jantes.

Os valores apresentados representam os volumes comuns de encomendas mensais para as duas empresas do grupo.

O travão de tambor é normalmente usado nas rodas traseiras de um automóvel e, regra geral, têm um custo inferior aos travões de disco. O travão tem então dois modos de funcionamento: travagem acionada por pedal, que faz com que o pistão do cilindro de roda se expanda e faça acionar os segmentos que forçam a paragem do automóvel; travagem acionada por alavanca de travão de mão que de forma idêntica ao cilindro de roda irá forçar a paragem do automóvel.

2.3. Layout fabril

Até se chegar ao produto final, seja travão seja produto de reposição do *Aftermarket* (AA), os componentes sofrem uma série de transformações, em diversos setores da CBI, cujo *layout* se encontra ilustrado na Figura 3.

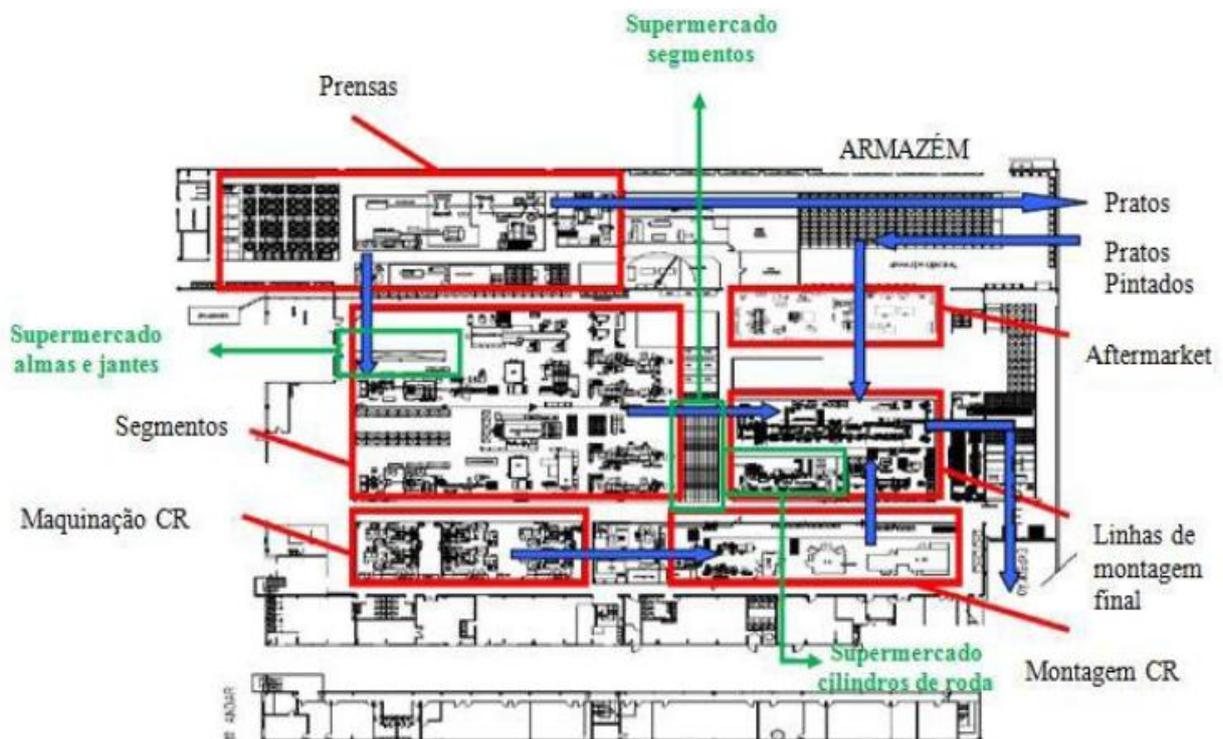


Figura 3: *Layout* Fabril.

Todo o processo produtivo começa nas prensas sendo este o coração da CBI. É a partir de rolos de chapa que se dá forma aos pratos brutos, às almas, às jantes, às alavancas de travão de mão e ainda às placas. Depois de fabricados, alguns destes produtos vão a parceiros externos para serem pintados (processo que demora 24 horas), no caso dos pratos, ou para zincagem no caso das alavancas de travão de mão.

As almas e as jantes são o componente base dos segmentos. Depois de produzidos são levados pelo *Milk - Run* até ao supermercado respetivo (identificado na Figura 2). O *Milk - Run* não é mais do que um abastecedor logístico que se encarrega do transporte de produtos, materiais e informação de forma manual, com recurso a *stackers* ou veículos motorizados (Silva, P., 2008).

Do supermercado o produto segue para produção no setor dos Segmentos onde existem vários processos. Um segmento é composto por alma, jante e guarnição, sendo este último, o componente responsável pela aderência dos segmentos às rodas traseiras, logo pela travagem do veículo. A produção de um segmento inicia-se por uma soldadura entre dois componentes (almas e jantes) dando origem ao chamado “segmento nu”, que posteriormente será furado. De seguida tem-se o processo de granalhagem onde ocorre a projeção de um granulado específico que aumenta a aderência da guarnição. Após este processo é feita uma lavagem das guarnições, de forma a eliminar pequenas gorduras e/ou impurezas que possam interferir em processos seguintes. Por último dá-se o processo de indução, onde o segmento nu é colado à guarnição já tratada, e a retificação, para garantir o raio especificado para cada segmento.

Os segmentos prontos seguem então para o supermercado dos segmentos e daí seguem para as linhas finais: Montagem e *Aftermarket*.

De forma paralela encontra-se o setor da maquinação. Aqui as barras de alumínio são cortadas em pequenos fragmentos que são maquinados nas CNC's. Deste processo resulta o corpo do cilindro de roda já maquinado que segue para a Hidráulica para sofrer o processo de montagem dos corpos. Os cilindros podem ter diâmetros de 17 cm, 19 cm ou 20,6 cm e os seus componentes internos são: pistão, mola, parafuso de purga e tampões de borracha. Também estes seguem para um supermercado, destinado a esse fim, que irá abastecer as linhas de Montagem e AA.

A montagem final é atualmente composta por três linhas de produção, sendo que a mais recente, a linha 3, encontra-se ainda em fase experimental. Aqui os

componentes internos (pratos, cilindros e segmentos) são montados juntamente com componentes externos (molas e calotes) dando origem ao travão.

No *Aftermarket*, são embalados todos os componentes que constituem um travão, existindo três grupos de produtos: (1) *Packing*, que agrupa embalamentos de cilindros de roda e de segmentos, (2) Diversos, que corresponde a pequenos subconjuntos (molas, bielas, parafusos, etc.), (3) *Kits*, sendo este o grande foco do setor. Os *kits* não são mais que um travão sem o prato como base.

2.4. Projetos de estágio desenvolvidos

O estágio desenvolvido desde 1 de Fevereiro a 31 de Julho, foi iniciado com um objetivo específico: seguimento de processos produtivos. No entanto, devido a vários fatores, esse objetivo foi alterado.

As tarefas desenvolvidas na primeira parte do estágio centraram-se no acompanhamento da produção na zona das prensas: (1) determinação e controlo da eficiência dos equipamentos através do cálculo do indicador “*Overall Equipment Effectiveness*” (OEE), (2) desenvolvimento de um planeamento da produção para as linhas de pratos, (3) implementação de um supermercado para almas, jantes e placas e (4) desenvolvimentos de supermercados.

Posteriormente, foi no *Aftermarket* que se concentrou a maioria do estágio (aproximadamente 4 meses) e conseqüentemente, foi aí que houve um maior envolvimento. Neste setor, grande parte das atividades, basearam-se em trabalho de campo (gestão de equipa e de trabalho) tendo sido no entanto possível desenvolver outros projetos. No Capítulo 4 será possível conhecer mais detalhadamente o trabalho desenvolvido no AA.

3. SETOR Prensas

3.1. Layout e funcionamento do setor

É nas prensas que o processo produtivo se inicia. A chapa é a matéria-prima para os componentes fabricados e chega sob a forma de rolos que são colocados no desenrolador (Figura 4) e entram nas prensas.



Figura 4: Desenrolador da prensa 250 Toneladas.

Existem oito prensas: 250 Ton e 300 Ton para ATM's, Placas, Jantes e Almas, 400 Ton, 600 Ton, furação total, cravação do casquilho para passagem do cabo, dobra e cravação do ponto fixo para a produção de pratos.

Na prensa de 250 Ton são produzidas as almas e as alavancas de travão de mão, e na prensa de 300 Ton são processadas as jantes e as placas de retenção (Figura 5).



Figura 5: Prensa 250Ton e 300 Ton, respetivamente

O tempo de ciclo da prensa de 250 Ton é de cerca de 120 peças/min e o da prensa de 300 Ton cerca de 86 peças/min.

Para ambas as prensas existe um sequenciador produtivo, baseado no conceito *Kanban*, que mostra o estado do supermercado de almas e jantes como podemos visualizar na Figura 6, cujo o se controlo me foi solicitado.

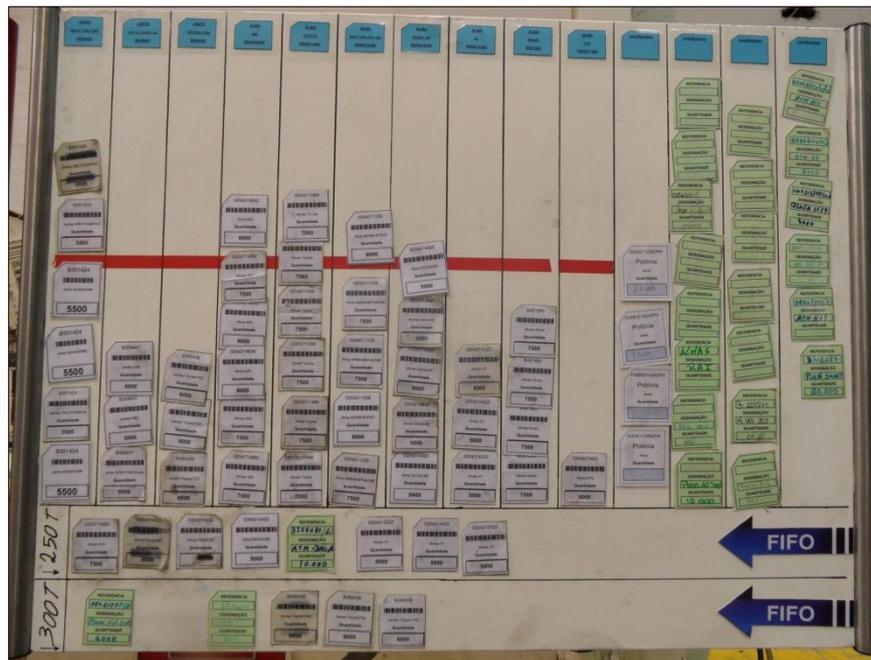


Figura 6: Sequenciador produtivo.

A cada coluna corresponde uma referência de almas ou jantes existentes em supermercado, existindo no total 6 etiquetas *kanban* por referência (capacidade máxima do supermercado) com um valor de produção *standard*. Esses *kanbans* chegam ao quadro todas as manhãs no início do turno. Cada contentor tem um *kanban* associado e cada vez que um contentor sai do supermercado, o *kanban* que lhe corresponde é depositado numa caixa destinada ao efeito. No início do turno os *kanbans* eram recolhidos da caixa e de seguida colocados nas colunas do sequenciador.

Se assumirmos que $i = n^o$ *kanbans*, a existência de um *kanban* no quadro significa que para essa referência existiriam $6 - i$ contentores na baía que lhe é destinada. Assim sendo, quando atingida a linha vermelha do quadro representado na Figura 6, que corresponde ao nível mínimo do parque, seria necessário colocar *kanbans* no sequenciador. Quando se têm *kanbans* mas a linha vermelha ainda não foi atingida têm prioridade as

referências que mais perto dela se encontrem, isto é, as referências com mais *kanbans* no quadro.

No entanto, o setor atravessava uma fase pouco favorável pelo que o método do quadro *kanban* deixou de ser eficaz.

O setor das prensas a partir de Outubro de 2012 iniciou uma fase de declínio causada pelo acréscimo de 40% dos volumes de encomendas da Renault (20% de venda direta e 20% de venda através da Polónia) sem que tal fosse esperado. Nesse momento houve então a necessidade de inserir mais dois turnos de trabalho além dos três semanais até então em curso, no entanto os atrasos começaram a surgir. Paralelamente outros fatores como avarias de máquinas e de ferramentas fizeram aumentar ainda mais os atrasos.

Conclui-se assim que um sequenciamento de produção do tipo *kanban* não funciona quando existem alterações ao seu estado normal de funcionamento.

No mesmo sequenciador entram também as placas e as alavancas de travão de mão, no entanto o sequenciamento destes não é feito da mesma forma que as almas e jantes já que não existe nenhum supermercado para este produto. O mesmo acontece com as alavancas de travão de mão, estas são produzidas à medida que existem necessidades e não por um seguimento produtivo com recurso a *kanbans*.

As alavancas depois de processadas precisam de ser dobradas (Figura 7). O tempo de ciclo da máquina em que essa operação é realizada anda na ordem das 25 alavancas/min. Estas após dobradas vão para zincagem.



Figura 7: Alavanca Dácia depois de dobrada.

Paralelamente, trabalha a linha de pratos. Esta linha é composta pelas prensas de 400 Ton, 600 Ton, Furação Total, Furação da Passagem do Cabo, Cravação do casquilho para passagem do cabo (apenas nos modelos A08 e A5X) e Cravação do Ponto Fixo.

A chapa desenrolada entra na prensa de 600 Ton onde sofre o primeiro e segundo passo de embutissagem, com tempo de ciclo de 4,6 segundos, sendo que o 3º passo de embutissagem se processa na prensa de 400 Ton com um Tempo de ciclo de 6 segundos, onde é extraído o prato bruto (Figura 8).



Figura 8: Prato Bruto (X98).

A furação total é o próximo passo. Os pratos seguem num tapete até à prensa de furação, são furados e seguem para a cravação. O processo de furação tem um tempo de ciclo de 3,5 segundos.

Por último, no posto de cravação rebitam-se as placas de retenção ou placas guia aos pratos furados, que seguem para pintura. As placas de retenção são usadas em travões onde o cabo da alavanca de travão de mão é montado manualmente, como é o caso do prato X98. As placas guia, como o próprio nome sugere, são responsáveis por guiar o cabo. Nos pratos com este tipo de placas o cabo não é montado manualmente mas sim inserido no conjunto da placa guia (inferior + superior) que se encarrega de guiar o cabo até ao ponto em que ele prende. O tempo de ciclo de cravação de um prato é de aproximadamente 5,5 segundos.

3.2. Planeamento linha de pratos

À medida que o tempo avançava e as necessidades apareciam, ia sendo estipulado o que fazer, o que obrigava a redefinir inúmeras vezes o plano produtivo. Dessa forma nunca existia um sequenciamento padrão para a linha de pratos. Assim sendo, foi-me proposto pelo meu orientador a definição de um planeamento de produção mensal para a linha de pratos.

Foi necessário ter em atenção alguns pontos:

- Referências a planear;
- Procuras mensais;
- Horas de trabalho;
- Tempos de paragem.

3.2.1. Produtos e necessidades

Para saber que produtos devem ser planeados e as quantidades necessárias para cada um deles foi necessário fazer uma análise ao *Sales Inventory Operation Planning* (SIOP). O SIOP, (Figura 9) é um ficheiro interno onde estão registadas as quantidades de cada travão, entre outros produtos, encomendadas para cada mês. Esse ficheiro está atualizado até ao final do ano de 2013, no entanto é possível que sofra algumas alterações com o decorrer do tempo.

Código cliente	Designação	Cliente	Referências CLIENTES	Referências	Linha Pratos	2013											
						Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec			
A5X	PSA Caen	9678322080	0204777278	1	8800	10325	13530	14000	0	14000	14000	14000	12000				
				1	8800	10230	13530	14000	0	14000	14000	14000	12000				
A7	PSA Caen	9683866080	0204011498	1	5940	6072	4700	5600	0	5600	5600	4000					
				1	5940	6072	4700	5600	0	5600	5600	4000					
A9	PSA Caen	9688189980	0204011689	1	16992	20640	16608	17000	0	17000	17000	15000					
				1	16992	20640	16608	17000	0	17000	17000	15000					
A9	PSA Trnava	9688189980	02040116892G	1	12000	15000	10904	12096	9500	12096	12096	8000					
				1	13440	15000	10904	12096	9500	12096	12096	8000					
M3/M4	PSA	9801970480	0204790953	1					0	1536	1536	1536					
				1					0	1536	1536	1536					
H79	Renault Mioveni	8200883524	0204011695	1	4386	4254	3888	6000	2500	5200	5200	5200					
				1	4386	4254	3888	6000	2500	5200	5200	5200					
H79	Renault AVTOFRAMOS RU	8200883524	02040116952J	1	4733	4969	4950	3663	2960	3243	3243	3243					
				1	4674	4969	4950	3663	2960	3243	3243	3243					
BL52	Renault Tanger	8200781501	02040116361M	1	120			278	230	1407	1800	3779					
				1	120			278	230	1407	1800	3779					
I02	Renault Tanner	440010110R	02047723841M	1	8468	8800	8800	8800	4224	8800	8800	8800					

Figura 9: SIOP 2013.

Na coluna assinalada a vermelho da Figura 9, encontram-se marcados com o algarismo 1 todos os travões cujos pratos são produzidos internamente, sendo apresentados na Tabela 2 os valores de procura correspondentes ao mês de Fevereiro.

Produtos	Necessidades
<i>A5X</i>	15180 15675
<i>H79</i>	7388 7388
<i>H79</i>	4931 4247
<i>X76 9" Kangoo</i>	1748 1748
<i>X98</i>	10560 10080
<i>X98</i>	17712 17352
<i>X52</i>	96 96
<i>X52</i>	216 216
<i>YN2</i>	3040 3040
<i>NBC</i>	78 78
<i>Smart</i>	10320 11160
<i>Proton</i>	2080 2080
<i>B0</i>	18280 18280
<i>X76 9"com massas (Brasil)</i>	3080 2002
<i>X98 (Polónia)</i>	50000 50000

Tabela 2: Necessidades de produção de travões mês Fevereiro.

A cada travão está associado um prato, logo as necessidades de travões são iguais às necessidades de pratos. Então, a Tabela 2 não contém mais que as quantidades de pratos esquerdos e direitos, respetivamente, que seria necessário produzir no caso específico do mês de Fevereiro.

O primeiro passo consiste em definir um nível mínimo de produção por semana. Às necessidades do mês, que constam no SIOP, acresce uma taxa de 10%, isto porque existem sempre peças defeituosas que acabam por ir para o refugo. A taxa definida pela empresa encontra-se definida na terceira linha do ficheiro pelo que, caso seja necessário, poderá ser alterada futuramente. As procuras resultantes para cada modelo são apresentadas na terceira coluna da Figura 10. De seguida para achar o volume de procura semanal para cada referência é necessário ter em conta o número de semanas do mês em questão. Para isso existe um campo no ficheiro (segunda linha) que permite ao utilizador alterar o número de semanas consoante o mês. Conhecido o número de semanas, encontram-se reunidas as condições necessárias para descobrir então o volume de procura semanal. Esse volume é apresentado na quarta coluna (cinza), da Figura 10, e é dado pela seguinte equação:

$$Procura\ semanal = \frac{Procura + (Procura \times 0.10)}{N^{\circ}\ semanas\ do\ mês} \quad (3.1)$$

Falta então conhecer o volume produtivo que cada turno, sendo que existem cinco turnos em funcionamento, terá de produzir para garantir o cumprimento deste plano e das encomendas do mês. Na penúltima linha da coluna quatro será indicado o somatório da produção semanal, ou seja, o volume de pratos que terão de ser produzidos durante uma semana para que se possa cumprir o plano.

Seguindo a Tabela 3, o próximo passo será então achar a produção diária que, independentemente de se tratar de um turno à semana ou ao fim-de-semana, é obtido através da razão entre o volume de produção semanal por sete, que são então os dias de uma semana. Sabendo depois que existem três turnos semanais e dois ao fim-de-semana, a produção por semana é obtida através da razão da primeira coluna pela segunda coluna da tabela.

	<i>Produção diária</i>	<i>Turnos</i>	<i>Produção/Turno</i>	<i>Duração (horas) de um turno</i>
Semana	<u><i>Produção semanal</i></u>	3	<u><i>Produção diária</i></u>	6,50
Fim-de-semana	7	2	<i>Turnos</i>	10,25

Tabela 3: Produção mínima por turno.

De acordo com o ficheiro em análise, seria necessário sequenciar quinze referências diferentes. No entanto existem referências cujo prato usado é o mesmo e por essa razão não teriam de ser sequenciadas separadamente. Tendo em conta o exposto anteriormente, surge uma segunda tabela como é possível verificar na Figura 10. O que se fez foi agrupar as necessidades dos modelos de acordo com o prato usado (segunda coluna, segunda tabela). Então em vez de quinze passam a ser sequenciados nove modelos diferentes.

O modelo descrito até agora poderá ser adotado para qualquer que seja o mês em análise. No entanto, sendo o mês de Fevereiro um mês típico em termos de procura, a partir deste ponto todas as restrições aplicadas são definidas de acordo com os valores de Fevereiro, mês em que se iniciou o projeto.

Note-se que os valores da procura dos modelos Proton e YN2 (assinalados a verde nesta segunda tabela), são duas vezes o valor obtido para a procura semanal na primeira semana. Isto acontece porque, por decisão interna, devido à procura relativamente baixa desses modelos, optou-se por produzi-los quinzenalmente, ou seja, na primeira semana é feito um dos modelos e na semana seguinte o outro modelo e assim até ao final do mês.

Assinalados a vermelho temos os produtos considerados *low-runners* de modelos X76 9'', NBC e X76 9'' com massas para o Brasil. Estes modelos, exceto o caso do Brasil, têm procuras ainda mais baixas que o YN2 e o Proton. Dessa forma, foi decidido que existiria apenas uma produção para o NBC e o X76 9''. O X76 9'' do Brasil será então repartido pelas duas últimas semanas do mês, sendo os valores da segunda coluna, de forma idêntica ao YN2 e ao Proton, correspondentes ao volume da procura semanal vezes dois.

3.2.3. Sequenciamento da produção

O objetivo deste projeto foi criar um planeamento e por conseguinte um sequenciamento sólido que permita criar um padrão idêntico para todas as semanas/meses, evitando múltiplos planeamentos ao longo de um mês.

Segundo Caravilla M.A. (2001), “Sequenciamento é a afetação ótima no tempo de recursos escassos na forma de máquinas, a atividades designadas por tarefas, sujeitas às restrições básicas de que em qualquer instante nenhuma máquina processa mais do que uma tarefa e nenhuma tarefa é processada por mais do que uma máquina.”

A ideia de sequenciamento baseia-se em criar uma ordem produtiva de um determinado número de tarefas, tendo em atenção tempos de processamento, tempos mortos e prazos de entrega consoante o modelo de sequenciamento aplicado e as regras que lhe estão associadas. Esse sequenciamento produtivo trará um maior controlo operacional, utilizando de forma mais eficaz a matéria-prima e diminuindo os níveis de *stock*, bem como tempos de Setup.

Existem quatro modelos fundamentais que poderão ser usados para o sequenciamento de uma produção, independentemente do setor a que se aplique: máquina única, *Flow-Shop*, Máquinas Paralelas e *Job-Shop*.

O modelo da máquina única diz-nos que todas as tarefas a sequenciar estão afetadas a uma única máquina, existindo no entanto regras diferentes de priorização sendo apresentadas de seguida as mais simples:

- ***Earliest due date* – EDD:** esta regra dá prioridade às tarefas com tempo de entrega mais próximo evitando assim os atrasos de entrega;
- ***Shortest processing time* – SPT:** sugere que se inicie o sequenciamento pela tarefa que tem menor tempo total de processamento;
- **Maior penalidade por unidade de tempo – LPUL:** o sequenciamento inicia na tarefa que apresente maior penalidade por unidade de tempo (U), com $U = \frac{W}{P}$ e sendo $W = \text{Peso da tarefa}$ e $P = \text{Tempo de processamento}$.
- ***Critical Ratio* – CR:** a razão crítica, que é a razão entre a diferença da data de entrega e a data atual com o tempo de processamento, sugere que o sequenciamento seja iniciado pela tarefa com menos rácio crítico,

ou seja, pela tarefa que mais próxima da data de expedição se encontre e que ao mesmo tempo maior tempo de processamento possui.

O modelo *Flow-Shop* associa-se ao funcionamento de máquinas em série onde o sequenciamento é o mesmo para todos os produtos independentemente das máquinas. Neste tipo de modelo existem três hipóteses possíveis: podem existir duas máquinas, três máquinas, ou N tarefas para M máquinas. No primeiro e segundo caso aplica-se a regra de *Johnson*, isto é, o primeiro a ser sequenciado será o que terá um tempo de processamento mais curto. Se esse tempo corresponder à primeira máquina, a tarefa associada será processada em primeira instância caso contrário será processada apenas no fim. Para a existência de três máquinas, é necessário associar as tarefas de uma segunda máquina à primeira e à terceira. Para tal, aos tempos de processamento das máquinas mencionadas será adicionado o tempo que estaria estipulado para a segunda máquina. Depois disso, o processamento é idêntico ao caso das duas máquinas. Caso o número de máquinas seja superior a três, o sequenciamento será feito de acordo com o tempo morto decorrente do processamento de determinada tarefa, ou seja, tempo em que uma tarefa $i+1$ espera que a tarefa i liberte a máquina para que a tarefa $i+1$ possa iniciar o seu processo.

O modelo das máquinas paralelas permite reduzir os tempos de produção uma vez que nem todas as tarefas têm de ser processadas na mesma máquina. Assim sendo, as tarefas vão sendo distribuídas pelo número de máquinas disponíveis começando pelas que apresentem maior tempo de processamento. No entanto é importante referir que as máquinas têm uma capacidade máxima que será definida pela razão entre o somatório dos tempos de processamento e o número de máquinas disponíveis à realização de todas as tarefas.

Por último, com o modelo *Job-Shop* uma determinada tarefa poderá ser processada apenas numa máquina ou ter de passar por todas as máquinas sendo no entanto necessário seguir algumas regras como EDD, FCFS (*First Come First Served*), SPT, CR (Silva, C, 2008).

No caso específico da CBI, para colocar em prática o sequenciamento para a linha de pratos, o modelo utilizado identifica-se com o SPT. Segundo dados internos, em média, produzem-se 654 pratos por hora. O que se fez foi então agarrar na procura do mês de Fevereiro e através de uma regra de três simples achar o tempo total necessário ao

processamento do volume de cada modelo. Esse tempo em horas está então registrado na Tabela 4.

		MODELOS									
		A5X	H79	X76 9"	X98+POLÓNIA+X52	YN2	NBC	SMART	PROTON	B0	X76 9" BRASIL
T (H)		12,97	10,07	1,47	65,73	5,11	0,26	9,03	3,50	15,37	4,27

Tabela 4: Tempos de processamento.

De acordo com o sequenciamento SPT e tendo em conta os tempos de processamento da Tabela 4 o sequenciamento da produção seria o seguinte:

- 1º NBC
- 2º X76 9''
- 3º PROTON
- 4º X76 9'' BRASIL
- 5º YN2
- 6º SMART
- 7º H79
- 8º A5X
- 9º B0
- 10º X98 + POLÓNIA + X52

Analisando o sequenciamento anterior, percebe-se que este não permite agrupar o YN2 com o Proton, nem o NBC com o X76 9'' e o X76 9'' do Brasil. Então a solução passou por trocar o Proton e o X76 9'' do Brasil de posições:

- 3º X76 9'' BRASIL
- 4º PROTON

Posto isto, o sequenciamento que daqui resulta é o apresentado na Figura 11.

	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo	
A	NBC E NBC D	X76 9" E X76 9" D	1694 Brasil E 1101 Brasil D	1313 Smart D	1343 A5X E	3771 X98/X52/Polónia E		
	CO			2428 A5X D	3771 B0 D			
	Proton E Proton D	689 YN2 E		2168 H79 E				
B	986 YN2 E		1220 H79 E	1883 A5X D	914 B0 D	3771 X98/X52/Polónia E		
	672 YN2 D		2551 H79 D	CO	CO			
	CO			1598 B0 E	2567 X98/X52/Polónia E			
	823 Smart E		649 H79 D	3429 B0 E	3771 X98/X52/Polónia E			
C	2015 Smart E		CO	342 B0 D	3771 X98/X52/Polónia E	3771 X98/X52/Polónia E		
	1756 Smart D		2832 A5X E					
D						3960 X98/X52/Polónia E	6420 X98/X52/Polónia D	
						CO 2120 X98/X52/Polónia E		
E						6420 X98/X52/Polónia D	6420 X98/X52/Polónia D	
						CO		
	9736		10733	11023	11023	11313	12500	12840

Figura 11: Pattern proposto.

O *pattern* apresentado na Figura 11, resulta então dos dados do mês de Fevereiro. Como referido anteriormente, os modelos NBC, X76 9'' e X769'' Brasil são modelos sequenciados no mesmo dia mas em semanas diferentes, sendo o NBC sequenciado na primeira semana do mês, o X76 9'' na segunda semana e o X76 9'' do Brasil nas duas últimas semanas do mês. O mesmo acontece com o YN2 e o Proton, ambos sequenciados quinzenalmente.

O modelo apresentado não foi aprovado isto porque, como é visível, para seguir o sequenciamento anterior obrigava que se estivessem quatro dias seguidos a trabalhar na mesma referência. A sugestão seria ter um dia entre o início e o fim da produção dessa referência. Desta forma, desviou-se um pouco do fundamento teórico do sequenciamento SPT.

O sequenciamento resultante após este último ajuste é então o apresentado na Figura 12.

	Segunda-feira			Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo	
A	NBC E	X76 9 ^o E	1694 Brasil E	1313 Smart D	1343 A5X E	3771 X98/X52/Polónia E	CO			
	NBC D	X76 9 ^o D	1101 Brasil D				CO			3481 B0 E
	Proton E Proton D	689 YN2 E		2168 H79 E	2428 A5X D					
B	986 YN2 E			1220 H79 E	1883 A5X D	3771 X98/X52/Polónia E	1546 B0 E			
	672 YN2 D		2551 H79 D		CO					2225 B0 D
	823 Smart E				1598 X98/X52/Polónia E					
C	2015 Smart E			649 H79 D	3771 X98/X52/Polónia E	3771 X98/X52/Polónia E	2802 B0 D			
	1756 Smart D			CO			CO			679 X98/X52/Polónia E
				2832 A5X E						
D							4929 X98/X52/Polónia E	6577 X98/X52/Polónia D		
E							1649 X98/X52/Polónia D	6577 X98/X52/Polónia D	6577 X98/X52/Polónia D	
								CO		
				9736	10733	11023	11313	10733	13155	13154

Figura 12: *Pattern* final.

Se analisarmos o *pattern* da Figura 12 verificamos que mesmo assim ainda se inicia a produção de X98/X52/Polónia na Sexta, no entanto essa produção apenas será iniciada na última hora do turno, pelo que é válido tendo em conta as restrições impostas.

As quantidades apresentadas, tanto na Figura 12 como na Figura 11, foram conjugadas de acordo com as capacidades calculadas para cada turno e com os tempos de *Change Over* (CO) e dizem respeito à última semana do mês, onde os volumes são maiores, de forma a conhecer os efeitos contraditórios que estes volumes causam ao planeado. Note-se que aos fins-de-semana a capacidade produtiva diária supera o calculado teoricamente isso deve-se ao facto de a produção estar fixa no mesmo modelo um fim-de-semana inteiro, não havendo paragens para mudanças de referência. Isso permite que a produção supere o que estava planeado.

3.2.4. *Every Part Every Interval* - EPEI

O facto de se terem produções com grandes volumes, implica muitas vezes o aumento de atrasos, acabando por existirem grandes quantidades de *stock* para determinada referência enquanto outras ficam à espera de produção.

O EPEI é o tamanho do lote expresso em tempo, ou seja, é a razão entre o número de dias de produção semanal e o número de dias de produção por referência. Dessa forma é determinado o número de vezes que cada item pode ser produzido sem exceder a capacidade disponível. O objetivo é obter um $EPEI = 1$, ou seja, produzir todos os dias uma parte de todas as referências (Villiers, F., 2006). No caso do planejamento em estudo, um EPEI de um dia implicaria oito mudanças de série ou seja, quatro horas de paragem no mínimo, o que se torna desgastante fisicamente visto que as ferramentas envolvidas são de grande porte.

Considera-se que uma referência tem um dia de produção desde que seja produzida nesse dia independentemente do volume de produção planeado.

<i>Produtos</i>	<i>Dias de produção por referência</i>	<i>Dias produção semanal</i>	<i>EPEI</i>
<i>A5X</i>	2	7	3,50
<i>H79</i>	1	7	7,00
<i>X76 9" Kangoo</i>	1	7	7,00
<i>X98+Polónia+X52</i>	5	7	1,40
<i>YN2</i>	1	7	7,00
<i>NBC</i>	1	7	7,00
<i>Smart</i>	2	7	7,00
<i>Proton</i>	1	7	3,50
<i>B0</i>	1	7	7,00
<i>X76 9" Brasil</i>	1	7	7,00

Tabela 5: EPEI das referências em causa.

Assim sendo, de acordo com a Tabela 5, os pratos A5X e Smart são produzidos aproximadamente de 4 em 4 dias. Os modelos de produção alternada uma vez por semana ($EPEI = 7$) e o X98 aproximadamente de 2 em 2 dias.

3.2.5. Implementação do planeamento

Depois de todo este estudo e de se ter chegado a uma solução, o projeto desenvolvido foi apresentado ao diretor de produção para que pudesse ser aprovado e implementado posteriormente.

Foi feita uma pequena apresentação com tudo o que foi descrito anteriormente e com o padrão proposto para uso diário.

A implementação passou pelo processo de criação de *kanbans* para cada referência (esquerda + direita) e ainda para as mudanças de série, sendo que o modelo usado já existia para outros setores, tendo sido apenas necessário adaptá-lo.



Figura 13: Kanban prato A5X Direito.

A Figura 13 apresenta a forma final de um dos *kanbans*. Cada *kanban* tem duas cores, cinzento e verde. Enquanto a quantidade *standard* estipulada não estiver produzida, o *kanban* fica com a face verde à vista, depois de produzida o operador vira o *kanban* para a sua face cinzenta, de maneira a saber o que já foi e não produzido. Note-se que o espaço reservado para a quantidade de cada *kanban* se encontra em branco. Embora os volumes de necessidades sejam idênticos não são verdadeiramente iguais. Então optou-se por deixar o espaço reservado à quantidade *standard* em branco e todos meses atualizá-la.

O *kanban* usado para CO é amarelo caso seja necessário apenas uma mudança de prato esquerdo para prato direito, ou vermelho, no caso de se tratar de uma mudança de referência (implicando uma paragem de pelo menos 30 minutos).

O projeto implementado é apresentado na Figura 14. Veja-se que no fim do quadro existe um sequenciador. Esse sequenciador corresponde à produção que estava a ser seguida nessa semana, pois o sequenciamento planeado apenas começou a ser seguido a partir de dia 1 de Março de 2013, neste caso já com os valores atualizados para esse mês.

Para além dos *kanbans* ficaram ainda fixos o *pattern* e a tabela com a indicação do EPEI de cada referência.



Figura 14: Quadro com sequenciamento planejado.

3.2.6. Apreciação ao planeamento aplicado

O projeto implementado acabou por deixar de ser utilizado, uma vez que o nivelamento máximo atingido rondou os 30 % para o planeamento apresentado, ou seja, dos 31 *kanbans* a sequenciar, apenas 9,3 *kanbans* foram na verdade produzidos no dia em que estariam planeados.

A verdadeira razão foram os atrasos causados principalmente por avarias da máquina, como já terá sido mencionado e será possível verificar no subcapítulo 3.3. Foi necessário seguir um plano específico à situação, uma vez que para cumprir o plano seriam quebradas ainda mais as datas de entrega de encomendas.

Assim como acontecera com o sequenciador, também o *pattern* só funciona corretamente quando não existem contratempos ao seu estado normal de funcionamento.

Este planeamento foi implementado até Maio, sendo que a meados de Março, quando abandonei o setor, ficou apenas a atualização dos volumes de produção *standard* para cada mês à minha responsabilidade.

Hoje em dia, o plano de sequenciamento é diário em vez de mensal, e o nivelamento começou em finais de Abril a apresentar valores na ordem dos 80%.

3.3. Seguimento produtivo: OEE's

3.3.1. OEE – *Overall equipment effectiveness*

A eficiência do equipamento (OEE) é um indicador percentual que permite à empresa saber o quanto eficiente estão a ser as suas máquinas. Com base na publicação de Silveira, C. (2012), o cálculo da OEE é o produto de três fatores:

- Fator disponibilidade, que resulta das perdas por paragens não planeadas, ou seja, é a disponibilidade para produzir determinado produto após ocorrência de paragens não planeadas.
- Fator velocidade. Este fator transmite à empresa a performance da máquina. Todas as máquinas têm uma performance teórica, no entanto, nem sempre essa performance é atingida. Assim sendo, o fator velocidade é a relação entre a performance real e a performance ideal.
- Fator qualidade, que indica a percentagem de peças boas produzidas do volume de produção total.

Então, a equação que define OEE é:

$$OEE = Disponibilidade \times Velocidade \times Qualidade \quad (3.2)$$

3.3.2. OEE na Chassis Brakes International

Na CBI, é medido o indicador OEE para cada um dos setores produtivos da fábrica. Nas prensas são medidas as eficiências da linha de pratos (prensas 400 Ton, 600 Ton, furação total e cravação do ponto fixo) e da dobra das ATM's, no entanto desde Junho de 2012 que não eram feitos registos dos valores da eficiência dos equipamentos.

Foi criado um ficheiro *standart* para o cálculo dos OEE's que no entanto não estava totalmente adaptado para este setor. Os pontos de análise importantes ao cálculo da eficiência já estavam definidos no modelo anterior, pelo que foi apenas necessário inseri-los no ficheiro. Esses pontos estão também disponíveis nas folhas de marcha de cada

equipamento. As folhas de marcha, ANEXO A, são preenchidas pelo operador e no fundo mostra tudo o que se passou durante um turno. São registadas todas as paragens ocorridas bem como o que implicou essa paragem (falta de matéria-prima, avarias mecânicas, avarias elétricas, etc.). Para além das paragens, a produção realizada é registada hora a hora de forma a identificar claramente se o valor do *output* é idêntico ao longo do turno ou se varia e qual a razão dessa variação. As folhas de marcha são a base necessária ao cálculo do OEE.

Depois de definidos os pontos fulcrais ao cálculo foi necessário inserir no ficheiro a *performance* teórica para pratos e dobra (valores já definidos) que no caso dos pratos é de 654 Pratos/hora e na dobra de 1.440 ATM's/hora. No entanto essas *performances* relacionam-se com turnos de 8 horas e como referido anteriormente, o setor das prensas atualmente trabalha a cinco turnos. O mesmo não acontece nos restantes setores, onde existem apenas três turnos de trabalho. Uma vez que o tempo teórico definido no ficheiro é o mesmo para todos os setores e a alteração desse valor não afetaria apenas os fins-de-semana, a solução passou por estipular uma *performance* diferente para os fins-de-semana assumindo teoricamente que apenas se trabalham os mesmos 480 minutos semanais.

No caso dos pratos, sabendo que ao fim de uma hora se tem um *output* de 654 pratos ($T_C = 5,5 \text{ segundos}$) e que o tempo produtivo diário é de 420 min, ou seja 480 minutos menos aproximadamente uma hora de pausas legais, a produção total de pratos é de 4.578 pratos o que implica que para 660 minutos se tenha uma produção de 7.194 pratos. Associando os 7.194 pratos produzidos ao fim de semana a um tempo de 420 minutos, implica que ao final de uma hora o *output* ronde os 1.027 pratos/hora. Seguindo a mesma linha de raciocínio, para a dobra o *output* é de 2.237 ATM's/hora ($T_C = 2,5 \text{ segundos}$).

Posto isto, o ficheiro está pronto para ser trabalhado. O seu aspeto é o apresentado em parte na Figura 15:

Hoje		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Visualizar Gráfico OEE </div>	Semana		Dia	
Dia:	18-05-2013		7	Quarta-feira		
Semana:	20					
			13-Fev-13			
			A	B	C	tot
Produção (1=sim 0=não)			1	1	1	
Tempos teóricos de abertura			480,00	480,00	480,00	1440
Produção real peças boas			300,64	0,09	215,60	516
OEE (%)			70,74	0,02	50,73	11
Eficiência Máquina technique (%)			70,7	0,0	50,7	40
FACTOR DE VELOCIDADE			82,4	0,0	70,7	51
FACTOR DE QUALIDADE			100,00	100,00	100,00	100
FACTOR DE DISPONIBILIDADE			85,88	100,00	71,76	86
Paragens de linha						
Programação	99. Paragens Planeadas (Programação)					0,00
	31. Ensaio novas referências					0,00
	29. TPM					0,00
Disponibilidade	26. 5S Limpeza / arrumação					0,00
	Pausas Legais		55,00	55,00	55,00	165,00
	20. Absentismo					0,00
1º Passo	17.1 - Avaria/Regulação Alimentador Chapa (Mecânica)					0,00
	17.2 - Avaria/Regulação Alimentador Chapa (Eléctrica)					0,00
	1.1 - Avaria Prensa 1º passo (Mecânica)					0,00
	2.1 - Avaria Prensa 1º Passo (Eléctrica)					0,00
	4.1 - Avaria Ferramenta 1º Passo					0,00
	22.1 - Ensaio da Ferramenta 1º Passo					0,00

Figura 15: Ficheiro OEE para Linha de Pratos

Inicialmente o utilizador começa por escolher a semana e o dia da semana onde pretende inserir valores, que no ficheiro apresentado se iniciou no dia 13 de Fevereiro. Para abrir um turno terá de atribuir à célula o valor “1” caso contrário assume-se que esse turno não trabalhou. Sempre que um turno é aberto tem-se definido de imediato um tempo teórico produtivo (480 min) e as pausas legais (55 min). Seguidamente, no final da folha, insere-se a produção real de cada turno (Figura 16). O programa não está preparado para o caso de um turno ter produção nula, pelo que nesse caso declara-se como produzida apenas uma peça.

Hoje		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Visualizar Gráfico OEE </div>	Semana		Dia	
Dia:	18-05-2013		7	Quarta-feira		
Semana:	20					
			13-Fev-13			
			A	B	C	tot
25 - Limpeza de Ferramenta						0,00
27.1 - Falta de Matéria prima (Chapa)						0,00
27.2 - Falta de Componentes						0,00
Sem Explicação			64,36	424,91	89,40	578,67
STD (p/h)	REF		A	B	C	tot
654			OK 3277	1	2350	5628
			NOK			0
1016	Fim de semana		OK			0
			NOK			0
			OK			0
			NOK			0
			OK			0
			NOK			0
			OK			0
			NOK			0
			OK			0
			NOK			0
TOTAL			OK 3277	1	2350	5628
			NOK 0	0	0	0

Figura 16: Produção real de cada turno (Pratos)

Como já referido, existem pausas planeadas ou não, que influenciam o valor real da eficiência, daí a importância das folhas de marcha. É necessário fazer-se uma leitura das folhas e inserir os tempos de paragens nos campos respetivos e disponíveis no ficheiro.

O valor real de OEE diário é feito com a média dos OEE's de cada turno. Note-se nas últimas figuras no botão “Visualizar Gráfico OEE”. Esse botão dá acesso a uma hiperligação onde é possível visualizar a evolução da eficiência do setor nos últimos meses (Figura 17). Para além disso estão disponíveis dois gráficos, Top 5 e Top 10, onde são apresentadas as cinco e dez falhas, respetivamente, que mais têm contribuído para os valores da eficiência dos equipamentos na última semana ou mês. Também os volumes de produção semanal real são relacionados em gráfico com o objetivo produtivo e a média de *output*.

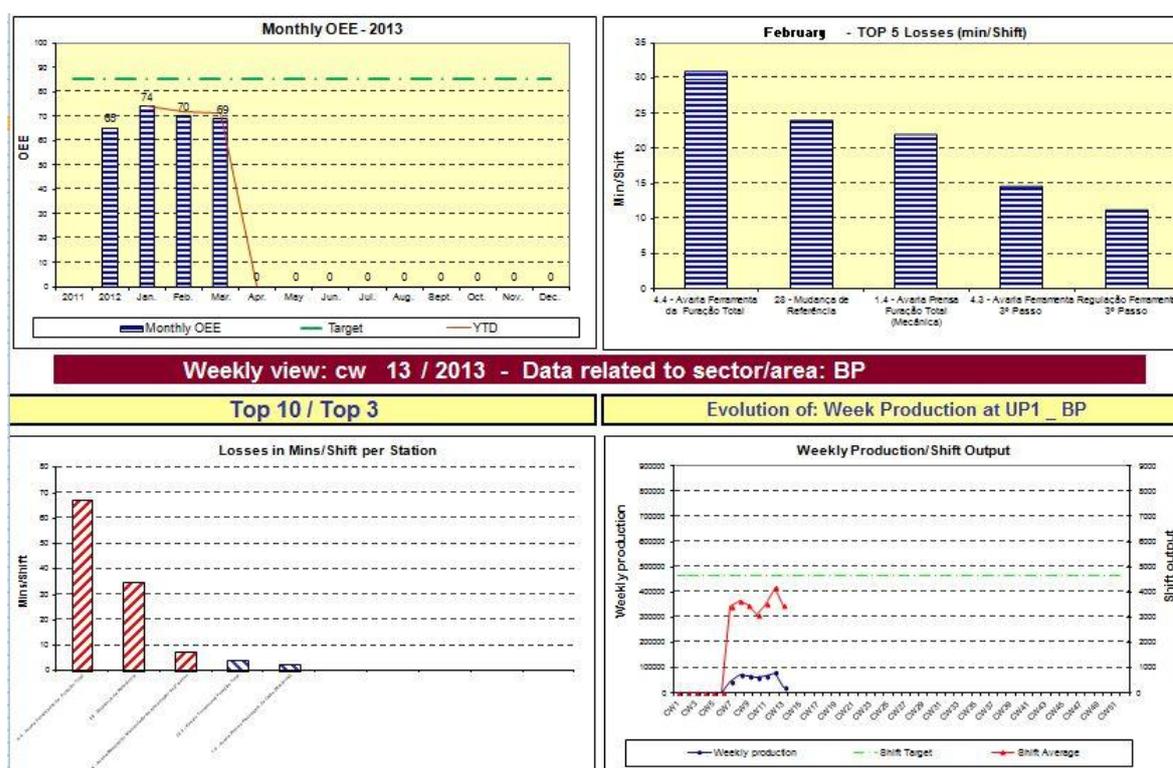


Figura 17: Evolução do OEE (Pratos)

Os valores de OEE desde Janeiro a 13 de Fevereiro, foram introduzidos manualmente pelo responsável do programa com base em informações recolhidas diariamente, no entanto não registadas no sistema antigo.

3.3.3. Dobra ATM's

A prensa da dobra de ATM's tem quatro passos. Num primeiro passo é feita a furação e a marcação, seguindo-se os pioletes, a dobra a 90° e por fim a dobra final da peça. Por isso, os pontos de análise das falhas passam pelos quatro passos da máquina. São analisadas as avarias da máquina e da ferramenta e a regulação da ferramenta, sendo que esta última se encontra associada a mudanças de série e regulação das barras do *transfer*, que são então as barras responsáveis pelo transporte das alavancas do passo atual ao passo seguinte. Depois existem outros pontos que são comuns a praticamente todos os setores, como tempos de mudança de série, limpeza da máquina, etc.

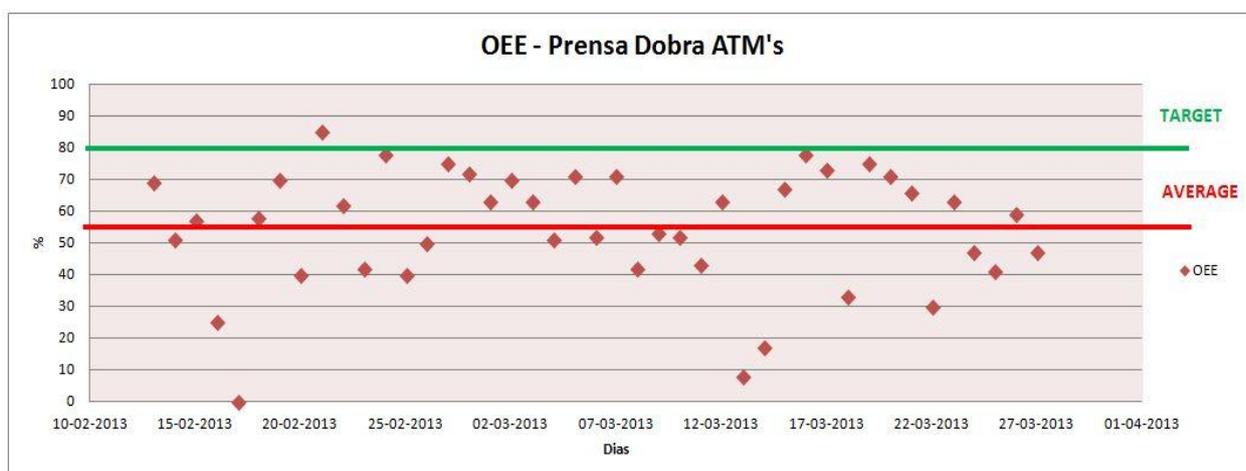


Figura 18: OEE Dobra

A Figura 18 mostra a evolução dos valores de OEE para a prensa da dobra de 13 Fevereiro a 27 Março, período durante o qual este registo foi efetuado.

Embora esteja apresentado apenas o mês em que este tipo de seguimento foi feito, o cenário apresentado vem já de 2012, onde a média do ano rondou os 48%, segundo dados registados, sendo que o objetivo diário de OEE é de 80%.

Note-se que apenas houve um dia entre 13 de Fevereiro e 27 de Março em que o objetivo foi atingido. Nos restantes dias do mês o valor percentual de OEE anda abaixo de 80% sendo a média de aproximadamente 54%.

As principais perdas estiveram associadas à regulação do *transfer* como mostram as Figuras 19 e 20.

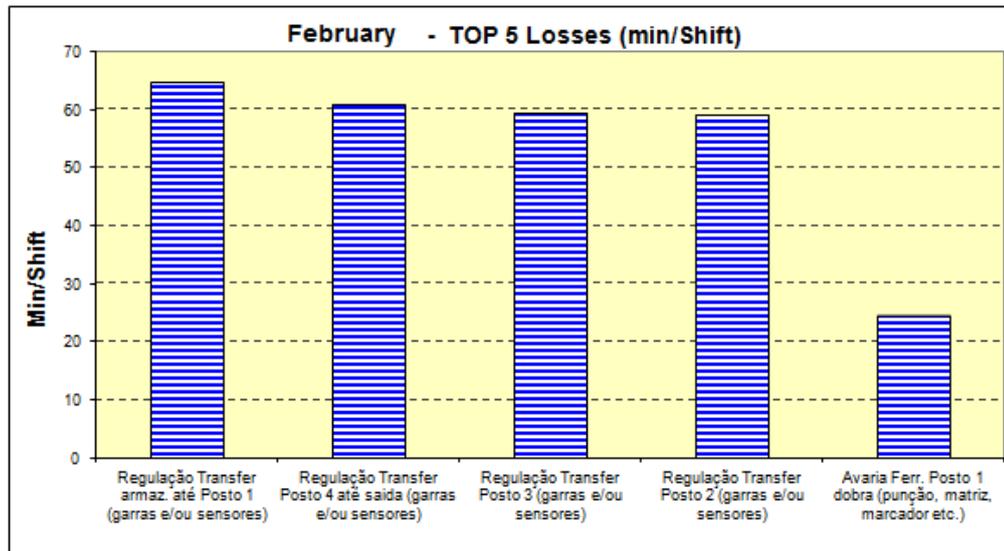


Figura 19: TOP 5

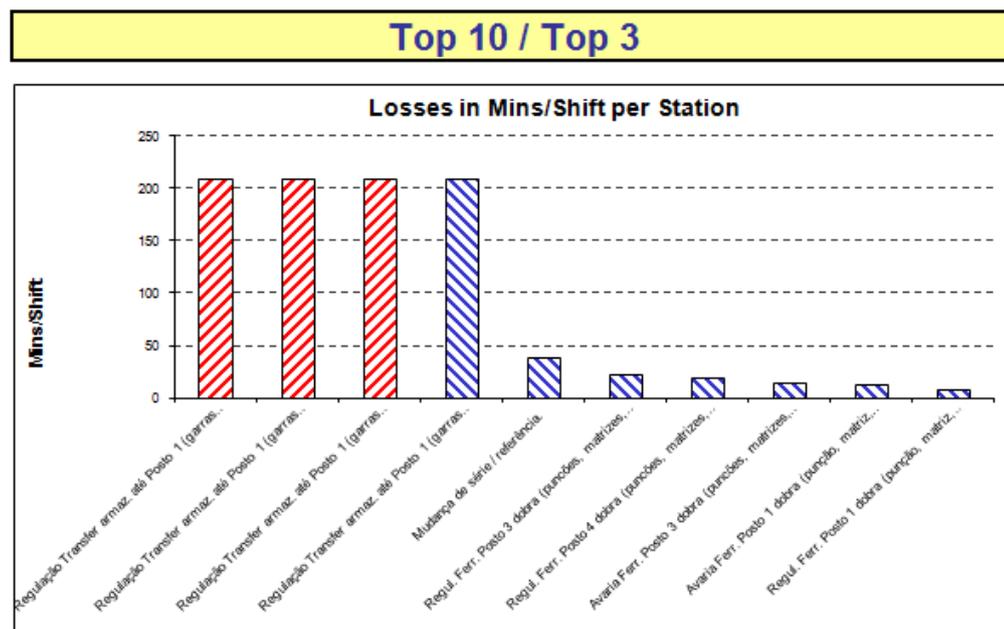


Figura 20: TOP 10

A produção diária prevista é de 30.850 ATM's por dia. No dia 27 de Março foram produzidas apenas 12.037 ATM's, ou seja, menos de metade do planeado como aliás veio sendo hábito durante esse mês.

3.3.4. Pratos

Na linha de pratos, existem três folhas para toda a linha: uma para o 1º, 2º e 3º passo (prensas de 600 Ton e 400 Ton), outra para a Furação Total e outra para a Cravação da Placa do Ponto Fixo, pelo que é necessário cruzar a informação das três folhas para saber o verdadeiro motivo da paragem, pois um registo de falta de matéria-prima na folha de cravação do ponto fixo pode não estar de facto associado a falta de matéria mas a avarias de passos anteriores. Então, a falha seria registada como avaria da ferramenta da furação total e não como falta de matéria-prima.

Tal como acontece na dobra em que os pontos estão divididos por passos, aqui o processo é o mesmo no entanto encontra-se dividido por prensa.

A Figura 21 mostra a evolução de OEE para a linha de pratos ao longo do mesmo período, 12 de Fevereiro a 27 e Março.



Figura 21: OEE Pratos

Tal como para a dobra, a eficiência pretendida para a linha de pratos é de pelo menos 80%. A média no caso dos pratos ronda os 70 % e o valor de OEE mais baixo foi de 40%, pelo que o cenário não é no entanto tão preocupante como o analisado no subcapítulo anterior. A tendência observada para o OEE de Janeiro até Março foi no sentido descendente, como é notável na Figura 22.

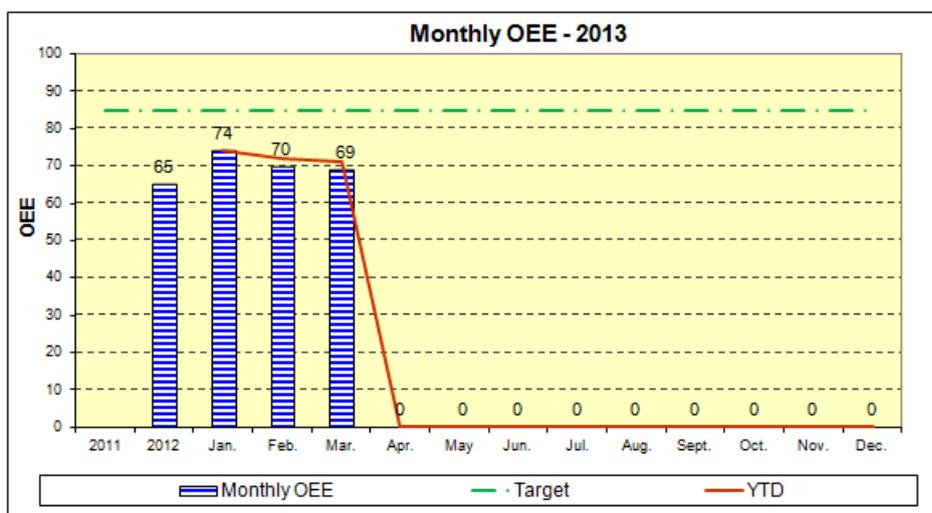


Figura 22: Evolução do OEE

Os principais problemas registados estão associados à ferramenta de furação total (Figura 23).

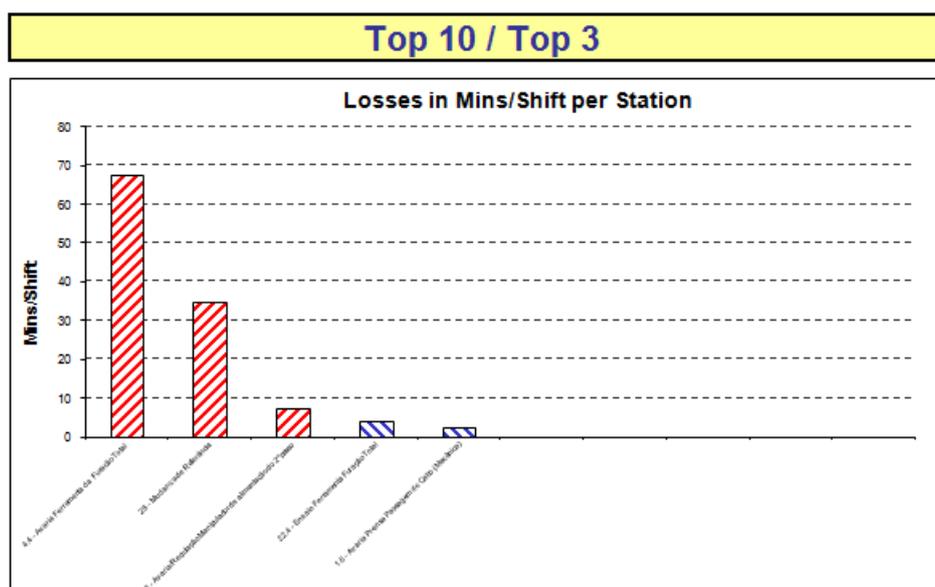


Figura 23: Evolução OEE Pratos

3.3.5. Melhorias implementadas

Os problemas associados à eficiência dos equipamentos focam-se sobretudo nos *transfers* no caso da dobra, e na ferramenta da furação total no caso dos pratos. O facto de as ferramentas não estarem a funcionar corretamente implicou inúmeras peças defeituosas e a necessidade de implementação de um sistema de escolha por empresas subcontratadas, principalmente de ATM's. As ações implementadas passaram por um

estudo diário e não semanal como até então, onde são analisadas as ocorrências do dia anterior, as melhorias a implementar, atribuição de responsáveis e prazos de conclusão. Esses registros são feitos em OPL (*Open Point List*), que tal como o nome sugere é uma lista onde se registam todos os pontos por resolver (abertos), e ao mesmo tempo são analisados os pontos já registados em dias anteriores de maneira a perceber o que já foi feito, o que falta fazer, porque ainda não foi feito, etc.

A solução no caso da dobra passou por alterar os *transfères* que representava o problema mais forte até então. As avarias eram consecutivas e os valores cada vez mais baixos. A linha de pratos, mesmo não apresentando valores tão baixos como a dobra, não se encontrava em condições de seguir um sequenciamento padrão e enquanto a situação não estiver de todo resolvida um plano rígido só prejudicará ainda mais o sistema atual.

Para o caso da furação total foi necessário contratar serviços de intervenção externa para o reajuste da máquina.

Hoje em dia, segundo as reuniões dirigidas aos funcionários da empresa sobre o seu estado, as prensas começaram já a seguir a linha do objetivo.

3.4. Implementação de supermercado

Um supermercado é um armazém de produto acabado ou semi-acabado que tem por objetivo servir clientes quer sejam externos ou internos. Um supermercado é caracterizado por armazenar um baixo nível de *stock*, sendo este controlado através de níveis de mercadoria máximo e mínimo, e pela reposição contínua que provém de informação transmitida através de cartões *kanban* (Badurdeen, A., 2006). O fluxo de reposição tem um só sentido e por norma com a regra FIFO (*First In First Out*), isto é, os primeiros a entrar no supermercado são também os primeiros a sair. Cada produto colocado no supermercado tem normalmente um *kanban* associado, ou seja, um cartão que para além de identificar o produto, equivale a uma ordem de produção. Cada vez que é abastecido o supermercado com determinado produto, este leva junto uma etiqueta *kanban*. Quando o produto em questão é retirado do supermercado, a etiqueta é devolvida alertando assim para a necessidade de produção.

Na CBI, como referido anteriormente, existem três supermercados: para as jantes e almas que saem das prensas, e que darão entrada nos segmentos; para os

segmentos colados e para os cilindros de roda, de onde saem para a montagem do travão ou para *packing*.

Durante esta passagem pelo setor das prensas houve a oportunidade de estudar a possibilidade de implementação de dois supermercados, um para placas de consumo interno e outro para almas e jantes para a Polónia.

3.4.1. Placas consumo interno

A ideia de criação de um supermercado para placas de consumo interno surgiu da dificuldade encontrada em saber qual o momento para sequenciar a produção de placas. Quando se planeava produzir determinado prato tinha de se confirmar se existiam placas em *stock*, não existindo teriam de ser sequenciadas. Depois sem dúvida que o facto de não existir um lugar definido para cada referência dificultou na análise das quantidades ainda disponíveis, Figura 24. O objetivo foi usar o mesmo espaço, mas torna-lo mais eficiente em termos produtivos.



Figura 24: Espaço dedicado à armazenagem de *stock* de placas.

Para a implementação do supermercado em questão, foi necessário saber:

- Tipos de placas;
- Necessidades mensais;
- Capacidade dos contentores;
- Número de produções mensais.

Neste momento existem seis modelos diferentes de placas: H79, A0, 203, RAI, B0 e X76 9''. Para além destes existem ainda as placas de retenção que provêm de um dos fornecedores externos e por essa razão não foram contabilizadas neste estudo.

Cada prato de um travão tem uma ou duas placas, no caso específico do H79 e do A0 que têm placa superior e inferior, assim sendo para saber as necessidades, da mesma forma que anteriormente, foi usado o ficheiro SIOP.

O número de modelos de placas é inferior ao de pratos, ou seja, existem placas comuns a mais de um modelo de travão. Os modelos de travões referentes a cada placa são descritos na Tabela 6.

		TRAVÕES												
		H79	A0	A5X	Smart	X65 8''	X65 7''	X98	X52	Polónia	B0	Proton	YN2	X76 9''
PLACAS	H79	X												
	A0		X	X										
	203				X									
	RAI					X	X	X	X	X				
	B0										X	X	X	
	X76 9''													X

Tabela 6: Modelos Placas vs Modelos Travões.

Sabendo agora que placas leva cada travão, encontram-se reunidas as condições para o cálculo das necessidades mensais. Para isso usou-se os valores correspondentes à Figura 10, mas neste caso para o mês de Março.

Na primeira coluna da Tabela 7 é possível então encontrar as necessidades de placas para o mês de Março. As placas X76 9'' não são contabilizadas uma vez que não são produzidas na CBI. Na segunda coluna foi calculado o volume para uma produção do tipo quinzenal isto porque o espaço disponível não permite armazenar todas estas placas, já que por motivos de segurança não é permitido empilhar mais de cinco contentores. Então o sugerido foi dimensionar o supermercado para produções de duas em duas semanas.

	<i>TOTAL</i> (Mês)	<i>TOTAL</i> (Quinzena)	<i>Capacidade</i>	<i>Contentor</i>	<i>Contentor</i> (TOTAL)	<i>MIN</i>
<i>H79 SUP</i>	37.591	18.796	4500	4,2	5	1
<i>H79 INF</i>	37.591	18.796	7000	2,7	3	1
<i>A0 SUP</i>	12.854	6.427	8000	0,8	1	1
<i>A0 INF</i>	12.854	6.427	5000	1,3	2	1
<i>SMART</i>	25.000		25000	1,0	1	1
<i>RAI</i>	164.000	82.000	35000	2,3	3	1
<i>B0</i>	43.138	21.569	4500	4,8	5	1
<i>X76 9"</i>						

Tabela 7: Dimensionamento de supermercado para placas de consumo interno.

Para saber o número de contentores, para o volume indicado de cada referência, foi necessário conhecer a capacidade dos contentores para cada um dos modelos. Esses valores são conhecidos pelo setor e estão indicados na terceira coluna da Tabela 7. De acordo com estas capacidades facilmente se percebe que para cobrir a necessidade de placas Smart para o mês basta um contentor. Então, neste caso específico, a produção será mensal e não quinzenal como nos restantes modelos.

Falta agora então conhecer o número de contentores necessários para armazenar as quantidades calculadas. O número de contentores é dado pela equação 3.3:

$$\text{Número de contentores} = \frac{\text{TOTAL (Quinzena)}}{\text{Capacidade}} \quad (3.3)$$

O resultado da aplicação da equação anterior encontra-se na quarta coluna da tabela sendo os valores arredondados apresentados na coluna cinco.

O número máximo de contentores, que é possível armazenar em supermercado, como já antes foi referido, é de cinco devido a regras de segurança. No entanto falta definir o número mínimo de contentores. Esse valor é apresentado na última coluna da tabela. Para chegar a esse valor considerou-se que o volume mínimo em *stock* deveria conseguir assegurar o funcionamento de um turno de trabalho. Tendo a linha de pratos uma capacidade de 654 pratos por hora, significa que ao fim de um turno são produzidos 4.578 pratos o que significa que no mínimo terão de estar 4578 placas em *stock*. Analisando as capacidades na Tabela 7 conclui-se que basta que haja um contentor de cada modelo para que se assegure a condição imposta.

O *layout* proposto foi feito com base nos volumes de cada modelo, ficando mais próximo da linha os que maior volume apresentam. No entanto, dada a capacidade de um contentor para placas RAI, considerou-se que os modelos RAI, Smart e o X76 9'', que como já foi referido é um modelo de placas produzidos fora da CBI, ficariam empilhados na mesma baía. Essa baía optou-se pela que mais longe ficaria da linha já que obriga a um manuseio de contentores e quanto mais afastada estiver da linha menores são os riscos inerentes a esses movimentos. Assim sendo, o *layout* sugerido é o que ilustra a Figura 25.

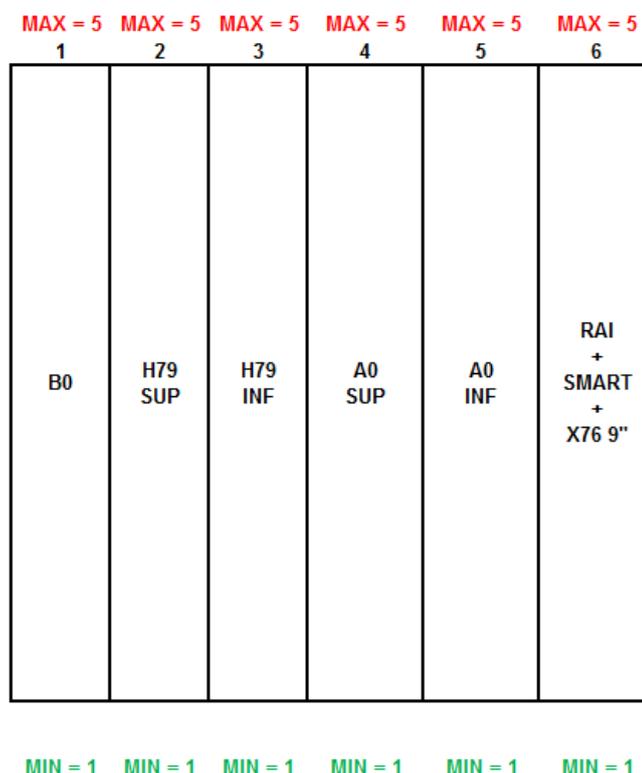


Figura 25: *Layout* do supermercado para placas de consumo interno.

3.4.1.1.1. Implementação

O projeto analisado foi apresentado mas acabou por não ser implementado devido à minha saída do setor. Foram no entanto ainda feitos contactos com fornecedores para aquisição de quadros identificativos de cada referência.

3.4.2. Placas, Almas e Jantes para exportação

À semelhança do que se passa com placas de consumo interno, também para almas e jantes para exportação para a fábrica da Polónia, não existia um sistema físico que

permitisse visualizar de imediato quando fabricar para exportação e em que quantidade, para além de uma análise das ordens do SAP.

Foi-me solicitado pelo diretor da produção que planeasse e preparasse a implementação de um supermercado, inicialmente apenas para almas e jantes e mais tarde com a sugestão de inserção das placas H79 e Dácia nesse mesmo supermercado. A ideia de implementação de um supermercado surgiu dos atrasos acumulados. A existência de um sistema físico permite visualizar os níveis de produção com maior regularidade.

Mais uma vez é feita uma análise ao SIOP, que tem exatamente a mesma informação que o SAP no entanto num volume mensal. Neste caso, existe um campo reservado para cada uma das fábricas do grupo para onde a CBI Abrantes exporta. No campo da Polónia, é possível verificar o volume de encomendas de cada um dos componentes em questão. Para este caso consideraram-se os volumes do mês de Abril.

	<i>PROCURA</i>	<i>PROD/SEMANA ou CARREGAMENTO</i>	<i>CAPACIDADE</i>	<i>CONTENTORES</i>	<i>ROUNDUP</i>	<i>MIN</i>
<i>PLACAS DACIA ESQ</i>	56.376	14.094	10.000	1,41	2	2
<i>PLACAS DACIA DRT</i>	54.452	13.613	10.000	1,36	2	2
<i>JANTES</i>	198.000	24.750	5.500	4,50	5	5
<i>ALMAS</i>	198.000	24.750	6.000	4,13	5	5
<i>PLACAS H79 SUP ESQ</i>	9.119	2.280	4.500	0,51	1	1
<i>PLACAS H79 SUP DRT</i>	9.060	2.265	4.500	0,50	1	1
<i>PLACAS H79 INF ESQ</i>	9.119	2.280	7.000	0,33	1	1
<i>PLACAS H79 INF DRT</i>	9.060	2.265	7.000	0,32	1	1

Tabela 8: Dimensionamento de supermercado para placas, almas e jantes.

De forma idêntica ao subcapítulo anterior, surge a Tabela 8 onde constam os cálculos efetuados para chegar ao dimensionamento final do supermercado. Na primeira coluna encontram-se os volumes de cada um dos produtos para o mês de Abril. Dada a dimensão dos volumes das referências em questão, optou-se por seguir uma produção do tipo semanal (equação 3.4).

$$Procura\ semanal = \frac{Procura}{N^{\circ}\ Semanas\ do\ Mês} \quad (3.4)$$

Os valores da segunda coluna obtém-se tendo em conta que o mês de Abril tem quatro semanas. Note-se no entanto as linhas a azul correspondentes a Almas e Jantes. Por semana existem dois carregamentos do produto para a Polónia, pelo que a produção em vez de ser do tipo semanal é planeada por carregamento. Então, a produção para almas e jantes resulta da equação 3.5:

$$Produção = \frac{Procura}{N^{\circ}\ Carregamentos\ por\ Mês} \quad (3.5)$$

Uma vez que o mês de Abril teve quatro semanas e existem dois carregamentos por semana, no total do mês fizeram-se oito carregamentos.

O número de contentores necessários para garantir a produção do volume de peças indicado na segunda coluna encontra-se na quarta coluna, e assim como no subcapítulo anterior vem da razão da produção semanal, ou por carregamento, e a capacidade de cada contentor.

Na última coluna encontra-se então o número mínimo de contentores que deverão estar em supermercado. Foi-me indicado inicialmente que deveria garantir uma semana, ou um carregamento, em supermercado pelo que o mínimo de contentores corresponde como é visível ao número de contentores necessários para garantir a produção de cada semana do mês.

O número máximo de contentores para todas as peças em estudo neste ponto, dependeram do espaço disponível, pelo que foi necessário tirar medidas ao espaço e jogar com as peças de forma a montar um pequeno esquema do que seria o nosso supermercado. No entanto sabe-se que no máximo poderão ser empilhados dois contentores, dado serem compostos essencialmente por cartão e ripas de madeira.

Através de uma análise da Tabela 9 onde se encontram as dimensões do espaço e dos contentores usados conclui-se que será possível ter em *stock* seis contentores de jantes, almas e placas Dácia e oito contentores de placas H79. No entanto de acordo com a Tabela 8 meio contentor basta para garantir a produção semanal de cada uma das quatro

referências de placas H79, pelo que apenas se armazenam quatro contentores em supermercado.

	Dimensões (m)
Espaço	4 x 4,15
Contentor Placas Dácia	0,80 x 1,20
Contentor Placas H79	0,80 x 1
Contentor Jantes	0,80 x 1,20
Contentor Almas	0,80 x 1,20

Tabela 9: Dimensões do espaço e contentores.

Posto isto, o esquema que resume o funcionamento deste supermercado é o representado pela Figura 26.

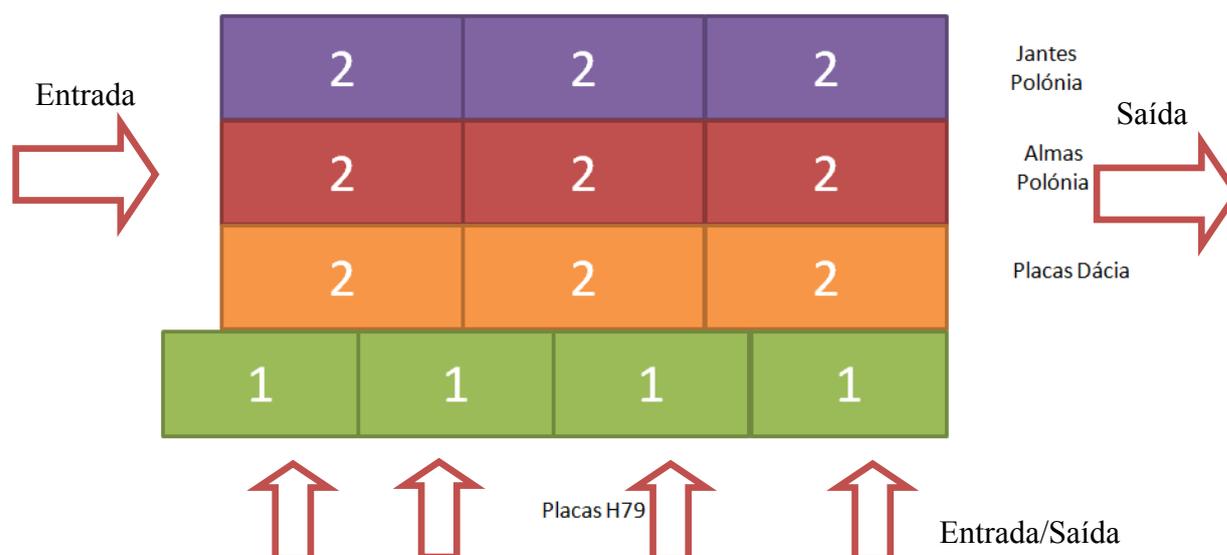


Figura 26: Esquema do supermercado.

Todas as peças, exopto as placas H79, têm entrada pelo lado esquerdo do supermercado, sendo que as placas H79, por serem a fila da frente e constituírem quatro referências serão reabastecidas pela frente do supermercado.

Cada vez que um contentor é retirado do supermercado o *kanban* que lhe estará associado é colocado numa caixa própria a esse fim. Diariamente serão recolhidos os *kanbans* e colocados no quadro sequenciador. Cada vez que se atinjam as linhas a

tracejado (temporárias), correspondentes ao mínimo necessário para cada referência, é preciso sequenciar e produzir.

3.4.2.1.1. Implementação

O projeto foi apresentado e discutido com o diretor de produção tendo sido aprovado. Para a implementação do supermercado foi necessário criar identificações, *kanbans* e definir as linhas do supermercado. Uma vez que nos próximos tempos este supermercado poderá sofrer alterações, por exemplo nos mínimos de cada referência, optou-se por começar por delinear o supermercado com fita-cola.

O supermercado delimitado é representado na Figura 27. Para a montagem deste supermercado foram usadas fitas de cor amarela, verde e vermelha, sendo a amarela para os contornos e a verde e vermelha para marcar o máximo e o mínimo do supermercado, respetivamente.



Figura 27: Supermercado de Almas, Jantes, Placas Dácia e Placas H79.

Para as placas H79, uma vez que cada espaço corresponde a uma única referência, foi desenhado um pequeno quadrado vermelho ao centro que só será visível quando não houver *stock*.

Para cada referência existe uma identificação (Figura 28) onde é possível ver para além do seu nome e referência o valor do mínimo de contentores que cada baia deverá ter.



Figura 28: Identificação peças.

No quadro de sequenciamento aproveitou-se as colunas dedicadas aos *low-runners* para utilizar no supermercado já que para os *low-runners* não é feito um sequenciamento de acordo com o número de *kanbans*. O quadro adaptado tem o aspeto da Figura 29.

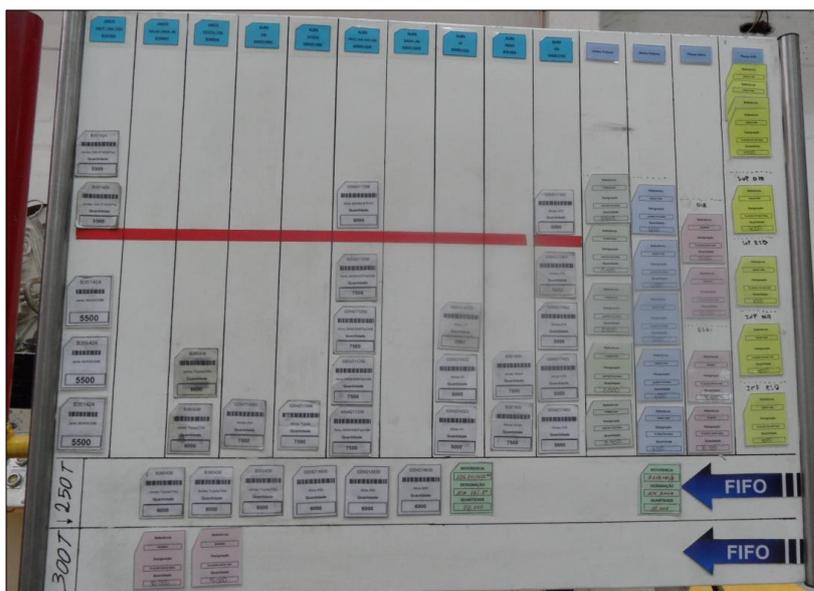


Figura 29: Quadro sequenciador.

4. SETOR AFTERMARKET

No setor do *Aftermarket*, tal como referido anteriormente, a principal atividade é a montagem e embalagem de componentes automóveis para reposição nomeadamente *Packing*, Diversos e *Kits Pro*.

O grupo de *Packing* engloba Cilindros e Segmentos, o grupo de Diversos jogos de molas, pratos, tambores, e bielas e os *Kits Pro*, Figura 30, são por norma a conjugação dos outros dois grupos referidos. É um travão sem o prato como base, sendo que os cilindros seguem acondicionados em sacos de papel. Para além do *kit*, dos cilindros e ainda do subconjunto, que é um jogo de molas, os restantes componentes dependerão do *kit* pro embalado. Poderá ainda levar porcas, tampões, massa, instruções de montagem e vedantes. Todos estes componentes seguem em caixa de cartão do cliente identificada por etiquetas. Também o número de etiquetas utilizadas varia mas neste caso consoante o cliente de destino. No caso da Renault, apenas é utilizada uma etiqueta que identifica o cliente, por exemplo, enquanto que, para a PSA são utilizadas por norma sete etiquetas: uma com a referência do cliente, uma com referência do produto, uma de fecho de caixa e mais quatro para os segmentos (uma para cada um).



Figura 30: *Kit Pro D80* (Marca BOSCH).

4.1. Funcionamento do setor

Esta é a área produtiva que maior interação tem com os restantes setores. Para além da sua produção para consumo interno é ainda responsável pelo abastecimento de peças, designadas por CKD's, das linhas de montagem (bielas cravadas, parafusos, alavancas de travão de mão com placa guia e pratos cravados).

Pode dividir-se o AA em termos de funcionamento em duas partes, uma primeira que diz respeito à produção dos subconjuntos (CKD's) para as linhas de montagem e para consumo do setor (Subcapítulo 4.1.1) e outra à montagem e embalamento de *kits* (Subcapítulo 4.1.2).

4.1.1. Produção de CKD's e cravação de pratos

Nesta primeira parte do setor existem cerca de seis máquinas em funcionamento: máquina de cravação de bielas automática (bielas de 8'' direita e bielas de 9'' esquerda e direita), máquina de cravação de bielas manual (bielas de 8'' esquerda), máquina de cravação da placa guia nas alavancas (exclusivamente para os modelos A08, A5X/A9, H79, A7, M3/M4), máquina de parafusos (parafuso de 8'' e 9''), máquina de cravação do parafuso no prato (NBC e YN2), máquina de cravação do casquilho do furo ABS no prato (X98 e J92) e duas ferramentas para preparação de bielas, uma para bielas de 8'' e outra para bielas de 9''. A preparação é a montagem de um linguete a uma lâmina que juntamente com bilâmina e o corpo da biela dão origem à biela cravada.

Todos estes componentes são colocados em supermercado e o objetivo é manter sempre cada prateleira cheia. No entanto, o dimensionamento do supermercado existente assim não o permite. É necessário ao longo do dia ir a cada uma das linhas mais que uma vez e analisar o sequenciamento da produção e a partir daí delinear com a equipa o que terá de ser produzido. Esse sequenciamento é definido pela logística através de um plano que é feito no início de cada semana (ANEXO B) sendo depois todas as manhãs discutido em reunião com os supervisores de cada setor envolvido (AA, Montagem, Hidráulica, Segmentos e Prensas) analisando o que foi feito, o que ficou por fazer e o que proporcionou esse incumprimento do plano estipulado. São essas falhas que obrigam que o sequenciamento das linhas seja seguido ao longo do dia, por se correr o risco de mudanças.

Para além de um supermercado de peças de produção interna, existe ainda estantes onde são repostos componentes, utilizados em subconjuntos ou em *kits*, que se

encontram em armazém. Essa reposição é da responsabilidade do *Milk-run* bem como de corpos de bielas e alavancas para cravação da placa guia. O funcionamento do *Milk-run* será descrito mais à frente no Subcapítulo 4.2.3.

4.1.2. Produção kits

Este é de facto a maior envolvente do setor. A montagem de um *kit* implica por parte do *Team Leader* o pedido de alavancas ao armazém, pedido esse que é feito através de um simples papel onde é indicada a referência da alavanca e a quantidade necessária, e o abastecimento da linha de *kits* com os segmentos respetivos. Um *kit* é composto por dois segmentos: *comprimé* e *tendu*. A diferença entre ambos tem a ver com a posição da guarnição. No caso do segmento *comprimé*, a guarnição é centrada no segmento nu, enquanto que no segmento *tendu* esta é colada junto a uma das extremidades do segmento. Todos os restantes componentes do *kit* encontram-se disponíveis nas estantes e é o próprio operador que se encarrega de abastecer a linha, exceto no caso de modelos como o Saxo e o C15, que dada a inúmera quantidade de componentes, encontram-se localizados numa palete em armazém.

Aqui é possível trabalhar com cinco máquinas diferentes consoante o *kit* em que se trabalha:

1. Cravação giroscópica: Um *kit* é composto por um segmento *tendu* cravado com o eixo e a alavanca de travão de mão, sendo o segmento cravado de acordo com a mão do *kit* (esquerdo ou direito). Na cravação giroscópica, o segmento, o eixo e a alavanca são cravados simultaneamente.
2. Cravação Eixo: Para os casos onde o segmento, a alavanca de travão de mão e o eixo não são cravados simultaneamente, o eixo é cravado na alavanca na máquina de cravação eixo.
3. Cravação Eixo (Sertissage): No caso de o *kit* levar um loquete, este terá de ser cravado ao segmento nesta máquina.
4. Cravação ATM Truarc: A cravação do segmento à alavanca cravada na máquina de cravação de eixo leva, regra geral, uma anilha e é na Cravação ATM Truarc que se efetua essa operação.

5. Rebitagem Biela Tubo: Existem ainda casos onde as bielas utilizadas são de tubo e nesse caso a biela é rebitada e não cravada como nas restantes bielas apresentadas anteriormente.

O processo de montagem terá necessariamente de passar pelas máquinas apresentadas. Depois de conjugado o segmento e a alavanca, cravada separadamente ou não, tem-se o posto Parafuso RAI onde se monta o parafuso num segmento e biela noutra sendo depois conjugados a partir da colocação do parafuso na biela. Por último a montagem das molas de manutenção e dos segmentos. Depois de um lote montado (6 caixas empilhadas) este segue para o parque junto do posto de embalagem de *kits* à espera de ser embalado. O embalamento de *kits* só acontece quando existe pelo menos um lote de cada mão. Para além do posto de embalagem existem ainda outros dois postos, um de Embalagem de CKD's (diversos) e outro de Embalagem de *Packing*.

Todos os produtos, depois de embalados seguem para armazém sendo posteriormente expedidos.

4.1.2.1. Planeamento de produção

É no SAP que as encomendas de *Aftermarket* são lançadas pelos clientes. No entanto existe uma matriz onde se encontram registadas as referências encomendadas bem como os modelos, as quantidades da encomenda, a data de entrega e todos os componentes e a disponibilidade dos mesmos para a produção como “*ok*” ou “*not ok*”. Da matriz é criado um plano mensal onde se encontram todas as encomendas para esse mês e os atrasos existentes. Todas as semanas o plano é atualizado sendo o valor planeado marcado a verde caso tenha sido produzido, a vermelho se não tiver sido produzido ou a amarelo se apenas foi produzido parte do volume planeado.

O planeamento do que será produzido é feito tendo em atenção o plano mensal. Este é analisado de forma a perceber o que na realidade terá de ser produzido e o que deve ser produzido em primeiro lugar. Simultaneamente é feita uma análise à matriz de forma a perceber se existe todo o material necessário à produção de determinada referência sendo posteriormente feita uma confirmação física nos supermercados e em armazém. Do plano é feita uma matriz de menor dimensão, ANEXO C, com os modelos e as quantidades totais de cada em termos de *kits* e *packing* de segmentos e são planeadas as semanas de produção para cada, os materiais disponíveis e as datas previstas de produção para os materiais indisponíveis. Esse plano é seguido ao longo da semana sendo feita uma reunião semanal

para estruturar o que produzir na semana seguinte de acordo com o que foi estipulado, com o que não foi cumprido e com o material disponível.

A preparação dos postos de trabalho, no caso dos *kits*, passa antes de mais pela impressão da nomenclatura do produto, onde são retiradas as referências de ATM's para serem pedidas ao armazém, e as dos segmentos que serão recolhidos no supermercado que lhes é destinado. No supermercado dos segmentos existem 6 baias de identificação "Diversos" onde se encontram todos os segmentos que são utilizados exclusivamente em *kits*. Os *kits* de série, ou seja, *kits* cujos segmentos são usados também em travões, encontram-se em baias individuais.

A mudança de série das máquinas assim como a recolha do restante material necessário (molas, parafusos, bielas, esquadros, etc.), são de responsabilidade dos operadores. Como auxílio à montagem, existe disponível no setor um exemplo de vários *kits* montados que é utilizado de forma a confirmar todo o material e a forma de montagem.

Como referido anteriormente, os *kits* depois de montados seguem para junto do posto de embalagem. Enquanto a montagem é feita é também preparado o posto de embalagem. Neste caso, é impressa uma nomenclatura para que o operador possa identificar o que leva aquele *kit* e preparar o seu posto de trabalho. É ainda disponibilizada uma instrução de montagem que reflete em fotografias o material descrito na nomenclatura. O *Team Leader*, é responsável por abastecer o posto com os cilindros, as etiquetas e as caixas e por verificar se todo o material está de acordo com o descrito na nomenclatura SAP.

No caso do *packing* e dos diversos a preparação dos postos de trabalho é toda da responsabilidade do *Team Leader* sendo que para o *packing* de segmentos estes tem primeiro de ser cravado na linha de *kits*.

4.2. Principais dificuldades

O trabalho desenvolvido nesta área produtiva foi maioritariamente de gestão de equipa. Isso obrigou um contacto com o setor e com as pessoas, que me proporcionou encontrar bastantes entraves, que quando corrigidos, facilitariam muito as tarefas diárias desta área.

Os pontos fulcrais são:

1. Identificação dos segmentos no supermercado;
2. Dimensionamento dos supermercados de parafusos, bielas, e alavancas de travão de mão;
3. Instruções de montagem desatualizadas e em formato papel;
4. Comunicação com armazém;
5. Arrumação de caixas.

Neste setor labora-se com cerca de 600 referências, e a dificuldade encontrada no reconhecimento de todos os componentes, principalmente para quem agora inicia no setor, é de facto o que influencia o destaque dos cinco obstáculos descritos.

No primeiro ponto, a maior dificuldade foi encontrar determinado segmento. Numa baia onde cabem cerca de oito carros poderão existir oito referências diferentes. Acontece que para aceder a cada carro e conseguir assim identificar, pela referência que acompanha o carro, o segmento pretendido, é necessário tirar carros das baias voltar a arrumá-los até encontrar o que se pretende. Muitas vezes, ou por que se perdeu ou por esquecimento nem colocada foi, nem a etiqueta que os identifica se encontra na caixa. Tudo isto são obstáculos e fatores que implicam uma certa perda de tempo.

O dimensionamento do supermercado, como já terá sido referido, não nos permite funcionar como supermercado, uma vez que isso provocaria paragens das linhas de montagem, por exemplo, no caso das alavancas de travão de mão cravadas, cada prateleira tem uma capacidade máxima de 1.200 ATM's, no entanto a maioria das vezes as linhas finais têm produções superiores a 1.200 travões por referência, então não basta encher a prateleira pois mudando o operador de referência a linha de montagem deixa de produzir por falta de alavancas. Para além das linhas de montagem, também a linha de *kits* utiliza ATM's.

As instruções de montagem existentes são da 1ª Edição e datam de 2007. Acontece que, em muitas das referências existiram alterações da nomenclatura que causam dúvidas, e pode levar o operador ao erro e à ocorrência de reclamações por parte do cliente. Para além disso as instruções existentes são impressões arrumadas desorganizadamente. Cada vez que é necessária uma instrução são perdidos cerca de cinco minutos à procura da instrução pretendida.

A comunicação com o armazém é fundamental uma vez que a reposição de muitos dos componentes é garantida pelo *Milk-run*. Essa comunicação é feita oralmente ou

por meio de um papel ordinário com a referência do produto. O abastecimento é feito a cada 90 minutos, e de cada vez que um pedido é feito o prazo de entrega é de uma hora o que fisicamente não é possível, pois implicaria muitas vezes a paragem de parte do setor.

Outro obstáculo, é o de conseguir detetar as caixas dos clientes em armazém. Este é o único produto cujo abastecimento não é da responsabilidade do armazém e também o único produto que não tem uma localização definida em sistema. A localização das caixas é mostrada na Figura 31. As caixas chegam acondicionadas em paletes que posteriormente são arrumadas em armazém. O facto de não haver uma localização definida não permite em SAP saber mais nada para além do número de caixas existentes em *stock*.

As alterações, implementadas nuns casos e sugeridas noutros, são apresentadas no capítulo seguinte.



Figura 31: Localização das caixas em armazém.

4.2.1. Gestão de *stocks*: Supermercado de segmentos

A organização das baias destinadas a segmentos para *kits* foi o primeiro ponto que se tentou resolver. A principal dificuldade encontrada, para além de não ser possível ainda distingui-los a todos, foi sem dúvida conseguir encontrar o que queremos. Primeiro, porque existem segmentos que não vão para as baias destinadas a esse fim, depois porque muitas vezes o *stock* em sistema SAP não corresponde à realidade e dessa forma acaba por se ficar na incerteza se de facto existe ou não aquela referência fisicamente.

No supermercado de segmentos existem 20 baias para segmentos de série usados em travões e *kits*, e 6 baias para segmentos “Diversos” usados exclusivamente em *kits*. No grupo “Diversos”, para além de segmentos usados apenas em *kits* englobam-se ainda segmentos que não se encontram nas perfeitas condições para serem usados em travões, mas que no entanto poderão ser usados em *kits*. No caso dos travões, o facto de os segmentos estarem fora de cota, por 1 mm que seja, poderá implicar reclamações do cliente visto que o travão já vai montado e por não ter as dimensões corretas, poderá não ser possível encaixá-lo na roda do automóvel. Nos *kits*, os parafusos são ajustados no momento da montagem do mesmo na roda do automóvel, pelo que, o facto de um segmento ter mais ou menos 1 mm não implicará problemas de montagem nem reclamações por parte do cliente.

4.2.1.1. Identificação dos produtos

O objetivo foi, então, adaptar o supermercado às necessidades fulcrais do *Aftermarket*. Assim sendo foi feita uma análise ABC e definidas as referências *high runners*, tendo em conta o volume de encomendas e o valor unitário de cada uma. Para tal foram recolhidas, com recurso à Matriz, todas as referências de *kits* (Tabela 10) e de *packing* de segmentos (Tabela 11) encomendadas desde Fevereiro a Outubro de 2013, bem como as referências de segmentos que cada uma utiliza.

KITS PRO: SEGMENTOS

TYPE	REFERENCE	KIT REFERENCE	MODEL	LINING SHOE	
				COMPRIMÉ	TENDU
Kit	0204114181K58	0204011417	X76 8"	0204211659	0204211660
Kit	0204776657K58	0204217011	RAI Don	B341446	B341449
Kit	0204114193K58	0204011411R	X76 9"	0204211663	0204211667
Kit	02041141923K4	0204214175	A08	0204211843	0204211843
Kit	0204114193H5C	0204214328	A7	0204214306	0204214311
Kit	0204114027K58	0204217017	X65 7"	B359929/30	B359933/34
Kit	0204114200H5C	0204119068	Dacia	0204214401	0204214402
Kit	0204114199H5C	0204011414	X64	0204211635	0204211636
Kit	0204114190H5C	0204217015	RAI 306	B355687/88	B355691/92
Kit	02041141987ZZ	0204214148	SAXO	0204214109	0204214110
Kit	0204114204H5C	0204119072	Smart	0204211805	0204211811
Kit	0204114061896	0204119049	X65 8"	0204211644	0204211648
Kit	0204114124H5C	0204214145	XSARA 306	0204214104	0204214105
Kit	0204114122H5C	0204214276	T1 XD	0204214104	0204214262

Kit	0204114197H5C	0204211632R	Toyota	0204211462	
Kit	0204114197ZZ	0204217012	AX	B349521	B349521
Kit	0204114034H5C	0204211995R	C15	0204217236	0204217237
			DON8259		
Kit	0204793209K58	0204119075	BL90	0204214443	0204214447
Kit	0204114203H5C	0204211275	T1	B355687/88	B360997/98
Kit	0204114205H5C	0204211377	Smart	0204211805	0204774435
			Especial		
Kit	0204114032H5C		B0	B355589/90	B355593/94
Kit	0204114001896	B356568R	FIAT Tipo	B354778/B357644	B354780/B357646
Kit	0204114002896	0204217003	D60	B344504	B344509
Kit	0204114039H5C	0204211993R	N62	B354253/B359312/B359311	
Kit	0204114013H5C		NEDCAR	B341446	B341449
Kit	0204114201H5C		NBC	B341446	B341449
Kit	02041140127ZZ	0204217018	D80	B355293/94	B355301/02
Kit	02041140137ZZ		H79	B341446	B341449
Kit	02041142017ZZ	0204217999	R25	B351337	B351343
Kit	020411416182K		L50	0204214109	0204214110
Kit	02041190717M8	0204776658	A5X	0204775997	0204775997
Kit	02041190477M8	0204214328	A7	0204214306	0204214311
Kit	0204114127H5C	0204214328	A7	0204214306	0204214311
Kit	0204114182K58	0204217012	AX	B349521	B349521
Kit	0204114183H5C	0204217012	AX	B349521	B349521
Kit	0204114184K58	0204217018	D80	B355293/94	B355301/02
Kit	02041141718T8	0204119068	Dacia	0204214401	0204214402
Kit	0204114151H5C	0204793210	M3/M4	0204781209	
Kit	02041141537ZZ	0204211993R	N62	B354253/B359312/B359311	
Kit	02041141547ZZ	B356566R	Nissan	B355589/90	B355593/94
Kit	0204114154H5C	0204217999	R25	B351337	B351343
Kit	02041140737ZZ	0204217011	RAI Don	B341446	B341449
Kit	02041141527ZZ	0204217011	RAI Don	B341446	B341449
Kit	02041141567ZZ	0204217011	RAI Don	B341446	B341449
Kit	0204114155H5C	0204217011	RAI Don	B341446	B341449
Kit	02041141677ZZ	0204214276	T1 XD	0204214104	0204214262
Kit	0204114167H5C	0204214276	T1 XD	0204214104	0204214262
Kit	0204114172H5C	0204211632R	Toyota	0204211462	
Kit	0204114185K58	0204011414	X64	0204211635	0204211636
Kit	0204113137ZZ	0204011414	X64	0204211635	0204211636
Kit		0204214112	X76 9"	0204211826	0204211830
Kit		0204214112	X76 9"	0204211826	0204211830
Kit		0204214145	XSARA	0204214104	0204214105
			306		
Kit				B350343/344	

Tabela 10: Segmentos para kits

PACKING: SEGMENTOS

TYPE	REFERENCE	MODEL	LINING SHOE	
			COMPRIMÉ	TENDU
Packing	02041154467ZZ	X65 7"	B359929/30	B359933/34
Packing	020411554777G	NEDCAR	B360859/60	B360863/64
Packing	02041155737ZZ	X64	0204211635	0204211636

Packing	02041155757ZZ	X76 8"	0204211659	0204211660
Packing	02041155808T4		0204211684	
Packing	02041155827ZZ	X76 9"	0204211826	0204211830
Packing	020411558377B	FIAT	0204211772	
Packing	02041155848T8	Toyota	0204211462	
Packing	0204115585K58		0204214109	0204214110
Packing	0204115596K58	A08	0204211843	0204211843
Packing	0204115600K58	T1 XD	0204214104	0204214262
Packing	02041156047S5	B0	0204214196	0204214854/55
Packing	0204115605K58	A7	0204214306	0204214311
Packing	02041156067S5	nbc	0204214355	0204214355
Packing	02041156087ZZ	Dacia	0204214401	0204214402
Packing	02041156167ZZ	H79	0204217401	0204217406
Packing	02042115984YD	L50	0204211500/501/502/503	

Tabela 11: Segmentos para PACKING.

Após recolhidas todas as referências necessárias, foi necessário conhecer o volume de peças durante o período em análise assim como o custo unitário de cada uma para cada referência. Apenas se teve em atenção o custo de *kits*, visto representar mais de 50% do volume produzido em AA contra os cerca de 20% do *Packing* de segmentos.

4.2.1.2. Análise ABC

“A análise ABC consiste em ordenar os produtos de *stock* de acordo com a sua importância relativa. Multiplica-se o valor unitário de cada procura num espaço de tempo determinado, normalmente um ano, obtendo-se um valor percentual sobre o total das despesas em *stock*. Em seguida, ordenam-se os itens de forma decrescente, para então reagrupa-los em três classes: A, B e C” (Mota *et al*, 2010).

No caso em análise, e como já anteriormente terá sido citado, o período em análise é de 9 meses. O objetivo da implementação de uma análise ABC é definir quais as referências *high runners*, ou seja, os produtos pertencentes à classe A.

Segundo Mota *et al* (2010), os itens da curva ABC classificam-se da seguinte forma:

- Classe A: Produtos de maior importância, valor ou quantidade, correspondente a 20% do total;
- Classe B: Com importância, quantidade ou valor correspondendo a 30% do total;

- Classe C: De menor importância, valor ou quantidade correspondendo a 50% do total.

Depois dos cálculos efetuados, disponíveis na folha de cálculo do APÊNDICE A, definiram-se os modelos como pertencentes à classe A, aqueles cujo volume de encomendas é superior ou igual a 800 unidades (Tabela 12). Assim sendo, na classe A tem-se 26% dos modelos encomendados, correspondendo estes a cerca de 80% do volume de encomendas.

LINING SHOE

TYPE	REFERENCE	MODEL	COMPRIMÉ	TENDU	Total Enc	Total unid	€	€/UNID	% vol
Kit	0204114181K58	X76 8"	0204211659	0204211660	38	5.723	103.081,11	18,01	16,16
Kit	0204776657K58	RAI Don	B341446	B341449	38	4.395	129.398,95	29,44	12,41
Kit	0204114193K58	X76 9"	0204211663	0204211667	40	2.920	68.253,71	23,37	8,24
Kit	02041141923K4	A08	0204211843	0204211843	19	2.242	61.700,33	27,52	6,33
Kit	0204114193H5C	A7	0204214306	0204214311	20	2.226	53.749,99	24,15	6,28
Kit	0204114027K58	X65 7"	B359929/30	B359933/34	15	1.842	27.418,02	14,88	5,20
Kit	0204114200H5C	Dacia	0204214401	0204214402	12	1.654	21.892,78	13,24	4,67
Kit	0204114199H5C	X64	0204211635	0204211636	31	1.552	40.341,40	25,99	4,38
Kit	0204114190H5C	RAI 306	B355687/88	B355691/92	12	1.430	47.733,73	33,38	4,04
Kit	02041141987ZZ	SAXO	0204214109	0204214110	6	1.376	49.966,82	36,31	3,88
Kit	0204114204H5C	Smart	0204211805	0204211811	5	1.061	45.746,93	43,12	3,00
Kit	0204114061896	X65 8"	0204211644	0204211648	8	996	21.386,91	21,47	2,81
Kit	0204114124H5C	XSARA 306	0204214104	0204214105	8	862	29.359,57	34,06	2,43
Kit	0204114122H5C	T1 XD	0204214104	0204214262	6	822	13.337,04	16,23	2,32
Kit	0204114197H5C	Toyota	0204211462		5	814	23.773,89	29,21	2,30

Tabela 12: *High runners*.

4.2.1.3. Organização do supermercado

A primeira hipótese passou por definir baias para os modelos da Classe A designados como *high runners*. No total existem 57 segmentos diferentes, sendo que 27 fazem parte dos *high runners*. Assim sendo, para além das 6 baias já existentes que teriam de se manter para os restantes modelos, seriam necessárias mais 27 para alocar todos os segmentos, o que fisicamente é impossível. Para além do mais, este modelo rígido levaria

provavelmente a muita das vezes ter-se uma ou mais baias vazias, enquanto outros modelos ficariam de fora do supermercado. Por isso, foi uma hipótese posta de lado.

A segunda hipótese passou por implementação de um quadro do género do implementado no planeamento da linha de pratos (Capítulo 3.2.5). A ideia é identificar por meio de *kanbans*, o que existe no supermercado e onde está localizado. Assim sendo, tendo 6 baias onde cabem 8 carrinhos, cada vez que um carrinho é colocado no supermercado o operador dos segmentos ficaria responsável por colocar o *kanban* correspondente à referência produzida na fila e posição correta e o *Aftermarket* por retirar o *kanban* dessa posição quando utilizado o lote. Caso sobre segmentos, esses serão devolvidos ao supermercado ficando à responsabilidade desta vez do AA a identificação da nova posição do carrinho. Assim, o espaço é aproveitado não havendo necessidade de criar mais baias e o sistema não é rígido podendo uma referência hoje estar numa posição e depois passar por outra.

Para os casos em que os segmentos ficam fora do supermercado, ou por falta de espaço ou por qualquer outra razão, existirá uma coluna específica. Embora não refira a localização exata, dá a conhecer ao utilizador que aquela referência se encontra noutro local. Nesse caso ter-se-á de recorrer ao *Team Leader* do setor dos Segmentos para saber então qual é essa localização.

4.2.1.3.1. Implementação

Depois de aprovado o projeto de organização do supermercado de segmentos, o primeiro passo foi então contactar um fornecedor para encomendar o quadro. A empresa tem contrato com um fornecedor (IMT – Indústrias Metalomecânicas do Tramagal) pelo que não foi necessário contactar outros.

A IMT dirigiu-se então à CBI onde nos reunimos de forma a definir as dimensões do quadro pretendido. As dimensões foram definidas com base no número de baias disponíveis (6 baias), com a existência de um local que não as baias para o armazenamento de segmentos, designado por “Exterior” (2 a 3 baias), e outras três para a colocação das referências que não existem no supermercado. O número de colunas, já que é necessário identificar os campos e havendo a possibilidade de haver mais que uma referência no mesmo espaço, dimensionou-se para cerca de 22 separadores. Assim sendo, foi sugerido um quadro de 12 colunas com cerca de 22 separadores auxiliado por um

suporte que será então depois colocado junto ao *Point CIP* dos Segmentos. Posteriormente, foi feita uma proposta por parte do fornecedor que necessitou de a aprovação do diretor da produção, Engenheiro Luís Pacheco.

O próximo passo será efetuar um inventário aos segmentos presentes no supermercado, ou seja, identificar os segmentos bem como as suas quantidades. Há essa necessidade, pois embora incorreto, é possível encontrar num lote caixas com segmentos de referências diferentes. Para além disso, atualmente existem carrinhos de segmentos em baias de outras referências. Será necessário identifica-las e atribuir-lhes um espaço específico. O objetivo do inventário é então agrupar referências por forma a facilitar então a montagem do quadro de gestão de *stocks*. O inventário será feito no momento da montagem do quadro de forma a facilitar a contagem.

É necessário também criar *kanbans* para cada referência, sendo que o número de *kanbans* já foi definido assumindo a possibilidade de a mesma referência encher duas baias, ou seja, 16 *kanbans*. A existência de um *kanban* com uma localização definida no quadro significa apenas que existe aquela referência naquela posição. A confirmação da quantidade presente em sistema terá necessariamente de ser feita fisicamente. No entanto, através do quadro esse trabalho fica facilitado, uma vez que indica ao utilizador a posição da referência que procura.

Por falta de tempo, este projeto não foi finalizado até à data de entrega da presente dissertação, no entanto estará finalizado até ao final deste estágio curricular, 31 de Julho.

4.2.2. Atualização de instruções de montagem

A atualização das instruções de montagem, ANEXO D, foi uma das tarefas implementadas diariamente ao longo deste estágio. Com o objetivo de melhorar a qualidade de trabalho dos operadores bem como garantir a confiabilidade do que está a ser produzido/montado. Para tal cada vez que um modelo entrava em curso no setor eram reportadas fotografias a todos os componentes, depois eram alteradas as edições anteriores com as fotografias recolhidas e com as referências de cada componente. Outras informações na instrução são por exemplo, o número de caixas por palete. Para além de atualizar instruções antigas foram ainda criadas novas à medida que novas referências vão aparecendo.

Ao fim de 5 meses não foi possível atualizar nem metade das instruções. Como foi dito, existem mais de 600 referências em funcionamento neste setor, e nem todos dias são feitos *Kits, Packing* ou até Diversos.

As instruções existentes são em formato de papel, o que se torna pouco prático para além que sempre que uma instrução sofre alterações é necessário voltar a imprimi-la. Foi sugerida a implementação de monitores nos postos de trabalho onde seriam transmitidas informaticamente as instruções de trabalho ao operador do posto.

Seria necessário fazer um estudo e pedidos de orçamento para o sistema pretendido. Por falta de tempo, não foi possível seguir com este projeto.

4.2.3. Comunicação com armazém

4.2.3.1. Interação entre armazém e fábrica

Devido ao grande volume de componentes existentes não seria possível contê-los a todos no setor. Desse modo, existem estantes devidamente identificadas com as referências mais utilizadas no dia-a-dia. O material encontrado nas estantes é material para o embalamento, para a montagem de *kits*, componentes para as bielas e parafusos.

O abastecimento dessas estantes é garantido pelo *Milk run*. Por cada turno existe um *Milk run* sendo que ao longo do turno terá de percorrer três rotas: Rota Laranja, Rota Verde I e Rota Verde II, ANEXO E. No início de cada turno é feita uma primeira ronda da rota laranja onde são registados numa lista os componentes que terão de ser repostos. Na segunda volta serão deixados os componentes registados tendo em atenção que terão de garantir a produção para 180 minutos dado que o ciclo da rota laranja é de 90 minutos. Depois as rotas verdes, com frequência de 30 minutos efetuam-se simultaneamente. Estes são trajetos mais curtos onde são entregues os corpos das bielas, alavancas, os pratos para cravação e ainda são recolhidos os pedidos do setor. Ao *Team Leader* cabe efetuar os pedidos ao armazém 24 horas antes da produção.

Acontece que hoje em dia a maioria das vezes não é possível saber o que vai produzir 24 horas antes dessa ação. Por isso a solução possivelmente teria de passar por um reajuste das rotas atuais de acordo com as necessidades do setor. Esta ideia não passa de uma especulação uma vez que não ouve tempo de aprofundar este estudo.

4.2.3.2. Localização para caixas

Em armazém todos os produtos se encontram devidamente localizados em sistema SAP, todos exceto as caixas usadas no *Aftermarket*. Os produtos quando chegam à CBI são rececionados em SAP e devidamente localizados por estante e nível (E.3.0 – Estante E3 posição 0). As caixas de cartão, que chegam em paletes, são rececionadas em SAP mas não é possível localizá-las. Quando se acede ao sistema SAP e se pretende analisar o *stock* de caixas, é inserida a referência da caixa e o sistema apenas nos retornará o volume disponível.

Para além de não estarem localizadas, são ainda o único produto de armazém que não é abastecido pelo *Milk run*. O *Team Leader* do AA tem a responsabilidade de se deslocar ao armazém e recolher as caixas pretendidas, sendo que muitas das paletes não estão identificadas com a referência do produto que contêm, para além de se encontrarem a alturas inacessíveis.

A sugestão passou pela localização das caixas e que, tal como os restantes componentes de armazém, fossem entregues pelo *Milk run* ao AA.

Seria necessário conhecer todas as referências de caixas utilizadas pelo AA, definir a melhor forma de as dispor em armazém e posteriormente solicitar a localização informática à logística. No entanto, o tempo escasseou e não permitiu o desenvolvimento deste projeto.

4.2.4. Melhorias pendentes

Como já é conhecido houve projetos como a melhoria na comunicação com o armazém, a definição de localizações para caixas e adaptação dos supermercados internos do setor que, por falta de tempo, não puderam ser estudados ao pormenor.

Este pontos, no entanto, ficaram registados em OPL, de forma a que, mais tarde possam ser realizadas as tarefas propostas.

5. OUTRAS ATIVIDADES

Para além de todos os projetos apresentados nos capítulos anteriores, o estágio desenvolvido ao longo de seis meses não se focou exclusivamente nesses projetos. Outras atividades desenvolvidas foram:

- Envolvimento no grupo de auditorias 5S: A auditoria é efetuada a todos os departamentos e consoante o nível de arrumação e organização é atribuída uma cor verde, amarelo ou vermelho. No fim são preenchidas *OPL's* com todos os pontos abertos para que possam ser resolvidos.
- Declaração de refugo: Todas as peças não conformes processadas pela fábrica têm de ser abatidas em sistema SAP, portanto, entre Abril e Maio a declaração de refugo do setor Montagem foi feita por mim.
- Seguimento do nível de *stock*: Durante um mês, semanalmente era seguido os níveis de *stock*, tanto dos supermercados como das estantes abastecidas por armazém.
- Identificação (*labels*) de produtos no AA: Para reduzir o risco de peças misturadas, todas as caixas foram identificadas para cada produto. Assim sendo, por exemplo, as caixas de parafusos de 8'' esquerdos, são usados única e exclusivamente para esses parafusos.
- Gestão de turno/equipa de trabalho: Desde início de Abril fiquei a liderar um dos turnos de trabalho e todo o trabalho do setor durante esse turno, no entanto sempre com o apoio dos *Team Leader's* da linha de montagem final, do Eng. Fernando Gomes e do Eng. Pedro Loureiro.
- Elaboração de derrogações: Todos os produtos que possuam pequenos defeitos que no entanto não colocam em risco o bom funcionamento do componente são processados sob derrogação. Uma derrogação é um documento interno que alerta o cliente para a identificação de algum defeito e garante a segurança de utilização desse produto. São indicados os requisitos do produto, os defeitos encontrados e as correções efetuadas.

- Formação em Legislação Laboral: Houve a oportunidade de frequentar uma formação sobre legislação laboral. Esta oportunidade surgiu então do facto de ter exercido funções de *Team Leader* onde teria de lidar com factos relativos à lei, pelo que se tornou importante esta formação para o cumprimento da lei.

6. CONCLUSÃO

Um estágio em meio industrial é sem dúvida uma mais valia especialmente para quem se encontra na fase final do seu curso. Tem-se a oportunidade de colocar em prática o que se aprendeu ao longo de cinco anos, bem como de comprovar que nem tudo funciona tal e qual a teoria dita. Para além disso foi possível ainda ter contacto com matérias que nunca foram abordadas ao longo do curso, como é o caso do seguimento OEE e dimensionamento de supermercados, ou outros que embora abordados nunca foram implementados de forma tão intensa como o caso do planeamento de produção para a linha de pratos, isto especialmente enquanto estive nas prensas. O que realçou, na minha opinião, foi o facto de ter bastado o contacto com o funcionamento de outros supermercados internos para ser possível, sem material teórico, dimensionar um supermercado. Daí a importância de um estágio para conciliar a prática com a teoria.

Tive a oportunidade de trabalhar com todos os setores da fábrica e de lidar também com pessoas de vários níveis hierárquicos desde operadores de linha ao diretor geral da fábrica.

Para além disso, os últimos meses passados no *Aftermarket* deram-me a oportunidade de efetuar um trabalho diferente do que seria esperado, embora não fosse o que se pretende em termos de uma dissertação de mestrado, torna-se fundamental na minha formação profissional. As maiores dificuldades porque passei foram sem dúvida lidar com pessoas muito diferentes umas das outras, e ter de gerir algo sozinha que mal conheço sempre com receio de falhar e causar paragens produtivas por uma má gestão, quer de recursos humanos quer de produção.

Mesmo com as alterações do plano de estágio penso que os projetos implementados foram importantes para a fábrica, independentemente da fase menos favorável porque tenha passado. O padrão da linha de pratos pode ser seguido a partir de qualquer momento bastando apenas adaptar valores, os supermercados permitem ter um controlo visual maior do que realmente foi ou não produzido e tudo isto permite eliminar os desperdícios indesejáveis.

A duração de estágio não foi suficiente para implementar todas as atividades propostas, principalmente para o *Aftermarket*, no entanto ficam os pontos abertos para, quem sabe, futuros estagiários curriculares ou profissionais possam desenvolver:

redimensionamento de supermercados, comunicação com armazém e localização de produtos em armazém (caixas).

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Pacheco, J. (2008), “Desenvolvimento do Point-CIP na área da logística, especificamente no sector da expedição na Blaupunkt Auto-Rádio Portugal, Lda.”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto.
- [2] Silva, P. (2008), “Milk-Run redesenho das linhas de abastecimento” realizado na BOSCH Termotecnologia SA. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto
- [3] Silva, C. (2008), “Material de Apoio da disciplina Gestão da produção - Sequenciamento p 1 - 14”
- [4] Carravilla, M. (2001), “Sequenciamento e controlo das actividades produtivas”, versão 1. Acedido em 12 de Maio de 2013: <http://paginas.fe.up.pt/~mac/ensino/docs/Operacoes/ASequenciamento.pdf>
- [5] Villiers, F. (2006), “The illustred Lean – Agile and world class manufacturig”
- [6] Reis, P. (Setembro 2006), “OEE System & Milk Run – PCBA Bosh Security Sytems Sistemas de Segurança S.A.,
- [7] Silveira, C. (2012), “OEE, Cálculo de eficiência da planta e integração de sistemas”. Acedido em 18 de Maio de 2013: <http://www.citisystems.com.br/oeecalculo-eficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/>
- [8] *Mota et al*, “Estudo sobre a ferramenta Curva ABC em uma empresa de distribuição”. Universidade Paulista – UNIP de Jundiaí, Cap.2.6 e 2.7. Acedido em 7 de Junho de 2013: http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm_3336.pdf
- [9] McKee, L. (2009), “Continuous Improvement – From incremental changes to monumental leaps”. Acedido em 26 de Junho de 2013: http://www.qualityperspectives.ca/documents/SQDG_Continuous_Improvement.pdf
- [10] *Manos et al* (2006), “Lean Kaizen – A simplified approach to process improvements”, ASQ Quality Press, p 1-11.
- [11] *Badurdeen, A.* (2006), “Just in Time (JIT) vs Supermarkets”. Acedido em 01-07-2013: [http://ezinearticles.com/?Just-In-Time-\(JIT\)-Vs-Supermarkets&id=147199](http://ezinearticles.com/?Just-In-Time-(JIT)-Vs-Supermarkets&id=147199)

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Biblioteca de componentes, versão 1.0, 6 Fevereiro 2009. Acedido em 07-05-2013: http://paginas.fe.up.pt/~ee01260/tese/capitulo4_Simulacao%20de%20Sistemas%20de%20Producao%20Lean%20-%20ee01260.pdf
- [2] Fernandes, P. (Fevereiro 2006), “Estudo de sequenciamento da produção em uma indústria de meias”, Acedido em 12 de Maio de 2013: http://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc_fev2006_rafaelfernandes.pdf
- [3] Kumas, A., Suresh, N. (2009), “Operations Management”, acedido em 12 de Maio de 2013: http://tn.upi.edu/pdf/Operations_Management.pdf
- [4] “What is the EPEI and how is it used?” (2008), visitado em 13-05-2013: <http://resources2.know.qad.com/TG-KanbanLean/8062-QADR2/8063-QADR2/8070-QADR2.pdf>
- [5] Wikipédia, “Overall equipment effectiveness”. Visitado em 20 de Maio de 2013: http://en.wikipedia.org/wiki/Overall_equipment_effectiveness#Overall_equipment_effectiveness

ANEXO A

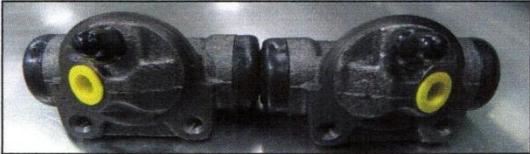
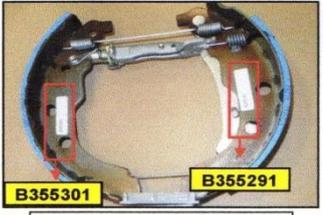
FOLHA DE MARCHA DA PRENSA DA DOBRA

		SUPLEMENTO À DESCRIÇÃO DO PROCESSO AbrP S17-S s106 Folha de Marcha							Pág 2 de 2	1ª Edição	
Folha de Marcha 00h-08h P160T Dobra Qualidade e Produção		Registrado por <u>Felipe</u> dia: <u>1</u> Mês: <u>9</u> Ano: <u>13</u> Turno: <u>C</u>							<input type="checkbox"/> 5 min sem paragem <input type="checkbox"/> 5 min paragem		
Descrição de referência		00h-01h	01h-02h	02h-03h	03h-04h	04h-05h	05h-06h	06h-07h	07h-08h		
Paragem										Total mnt	Notas
1 Avaria Prensa (Mecânica)											
2 Avaria Prensa (Eléctrica)											
4.1 Avaria Ferr. Posto 1 dobra (punção, matriz, marcador etc.)											
4.2 Avaria Ferr. Posto 2 dobra (punções, matrizes, dobra etc.)											
4.3 Avaria Ferr. Posto 3 dobra (punções, matrizes, dobra etc.)											
4.4 Avaria Ferr. Posto 4 dobra (punções, matrizes, dobra etc.)											
5 Escolha de peças											
6.1 Regulação Transfer armaz. até Posto 1 (garras e/ou sensores)											
6.2 Regulação Transfer Posto 2 (garras e/ou sensores)											
6.3 Regulação Transfer Posto 3 (garras e/ou sensores)											
6.4 Regulação Transfer Posto 4 até saída (garras e/ou sensores)											
7.1 Regul. Ferr. Posto 1 dobra (punção, matriz, marcador etc.)											
7.2 Regul. Ferr. Posto 2 dobra (punções, matrizes, dobra etc.)											
7.3 Regul. Ferr. Posto 3 dobra (punções, matrizes, dobra etc.)											
7.4 Regul. Ferr. Posto 4 dobra (punções, matrizes, dobra etc.)											
20 Absentismo (obriga a justificação)											
21 Controlo Gama Qualidade											
22 Ensaio Ferramenta											
23 Esperas diversas (Justificar, verso da folha)											
24 Falta energia											
25 Limpeza ferramenta											
26 S&S Limpeza / Amarração											
27 Mão Linha / Falta Aprov. / Materia Prima											
28 Mudança de série / referência											
29 TPM - Manutenção 1º Nível / Preventiva											
31 Ensaio (máquina/outro)											
50 Formação programada											
51 Refeição (Almoço / Jantar)											
99 Programação (Justificar nas Ocorrências turno, verso da folha)											
Outros:											
Produção										←Total paragem Turno	
Objetivo Peças/hora (OEE 80%)											
Peças Hora real											
Acumulado Real											
Desvios aos objetivos de peças/hora obriga a justificação										←Total Peças Turno	

ANEXO D

INTRUÇÕES DE FABRICAÇÃO

TÍTULO / APLICAÇÃO		Sector		Código	NIF - 1935
ZONA DE EMBALAGEM		621241		Data Criação	05-02-2010
				Data Revisão	22-02-2013
REFERÊNCIA	MODELO	ÍND. MOD.	PLANO TABELA		
0204114189 K58	D 80	----	----		
NOMENCLATURA			NOMENCLATURA		
Designação	Referência	Qde.	Designação	Referência	Qde.
Sub-Conjunto	0204117195	1	Etiqueta com Referência do Produto	6099940122	1
Bisnaga de Massa	0204181124	1	Kit Evolução D80	0204217018	1
Intruções	1987999692	1	Cilindro de Roda	0204011604	1
Etiqueta com Referência do Cliente	6000984297	1	Cilindro de Roda	0204011605	1
Etiqueta dos Segmentos	6000825203	4			
Etiqueta "de Fecho"	6000987731	1			
Caixa do Cliente	6099300255	1			

		
Kit completo	Sub-conjunto	Bisnaga de massa
		
Kit esquerdo	Cilindros	Instruções
		
Kit direito	Caixa	

Nota: Os Cilindros deverão estar acondicionados em saco plástico ou saco de papel

Etiqueta com referência do

Etiqueta "de Fecho"

Etiqueta com referência do



Observações			NIA	NMO	Cx/Paleta					
			178	538	90					
Elaborado por :	Verificado por :	Aprovado por :	Detentores Cópias na AbrP							
P. Ferreira	P. Loureiro	R. Cruz	QMM	TEF	MOE	HSE	CIP	PER	CLP	PUR
					X					

©

Este documento é propriedade exclusiva da FBP-Foundation Brakes Portugal AbrP. Não pode ser reproduzido ou fornecido a terceiros sem o seu acordo. Se é impresso, é um documento não controlado. O utilizador deve verificar se o documento é válido, antes de o utilizar.

ANEXO E

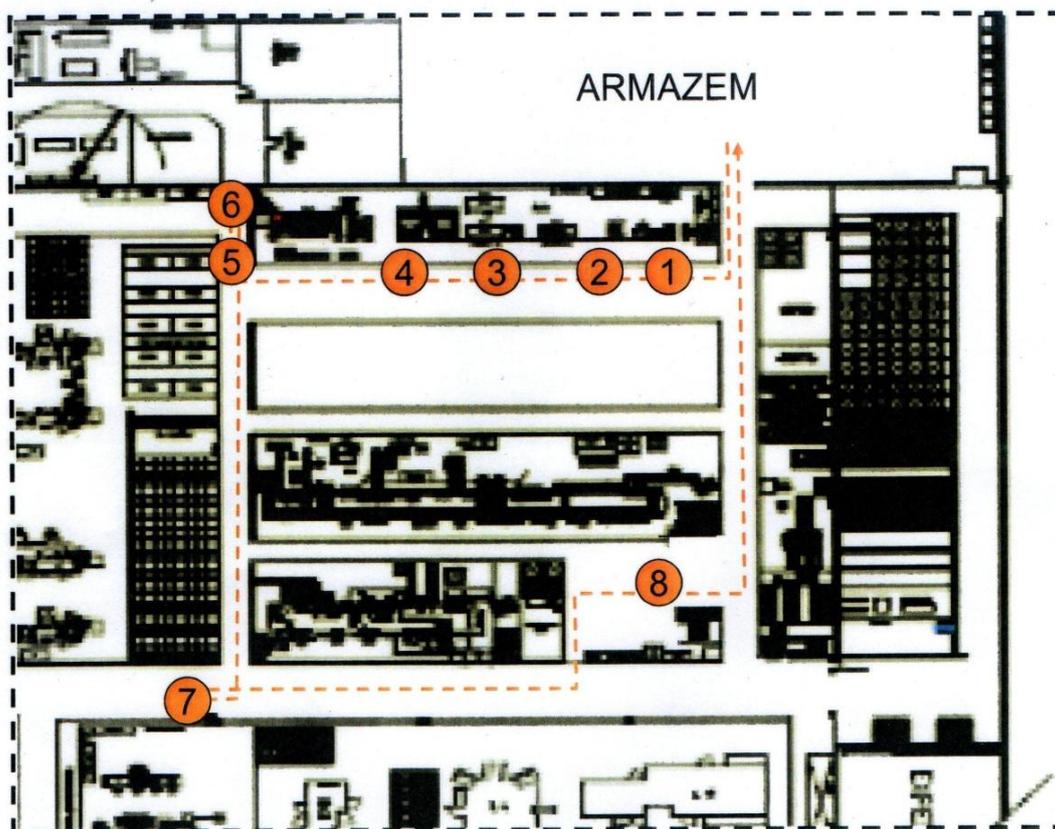
ROTAS EFETUADAS PELO MILK-RUN

Rota laranja

Frequência : 90 minutos

Duração : 15 minutos

Início : 08h00



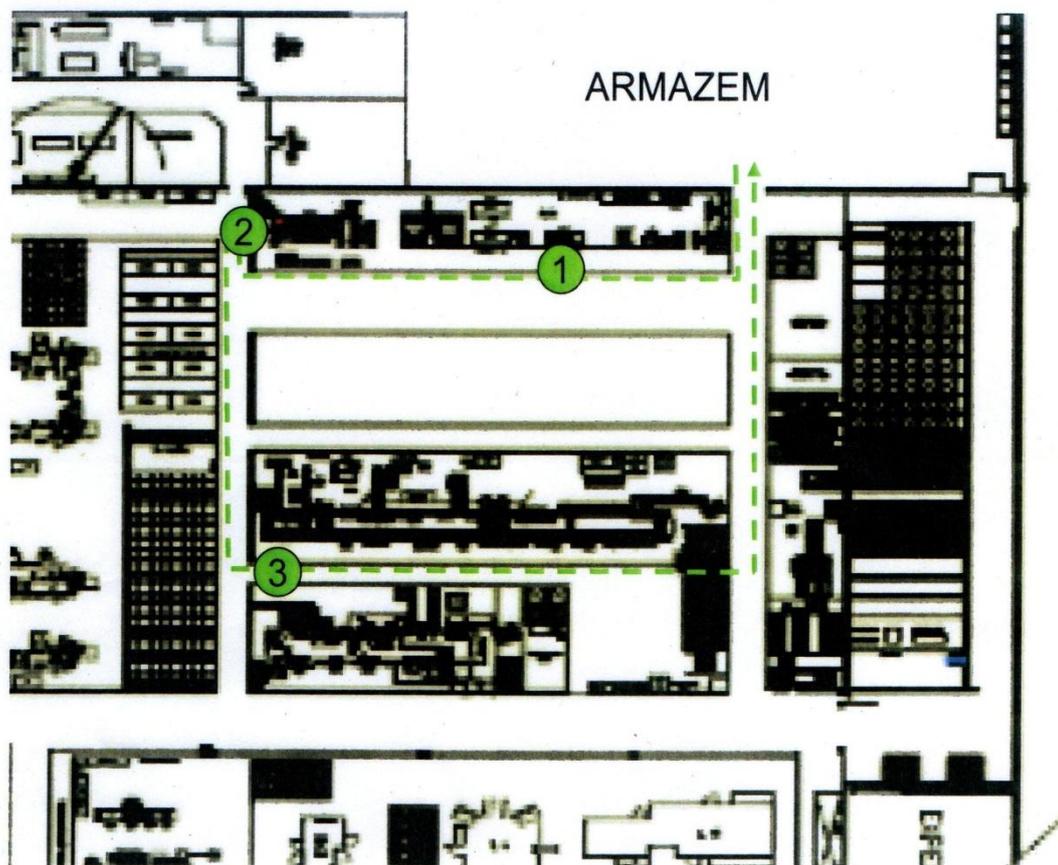
● Zona de entrega de componentes

Rota verde I

Frequência : 30 minutos

Duração : 7 minutos

Início : das 08h15 às 08h30



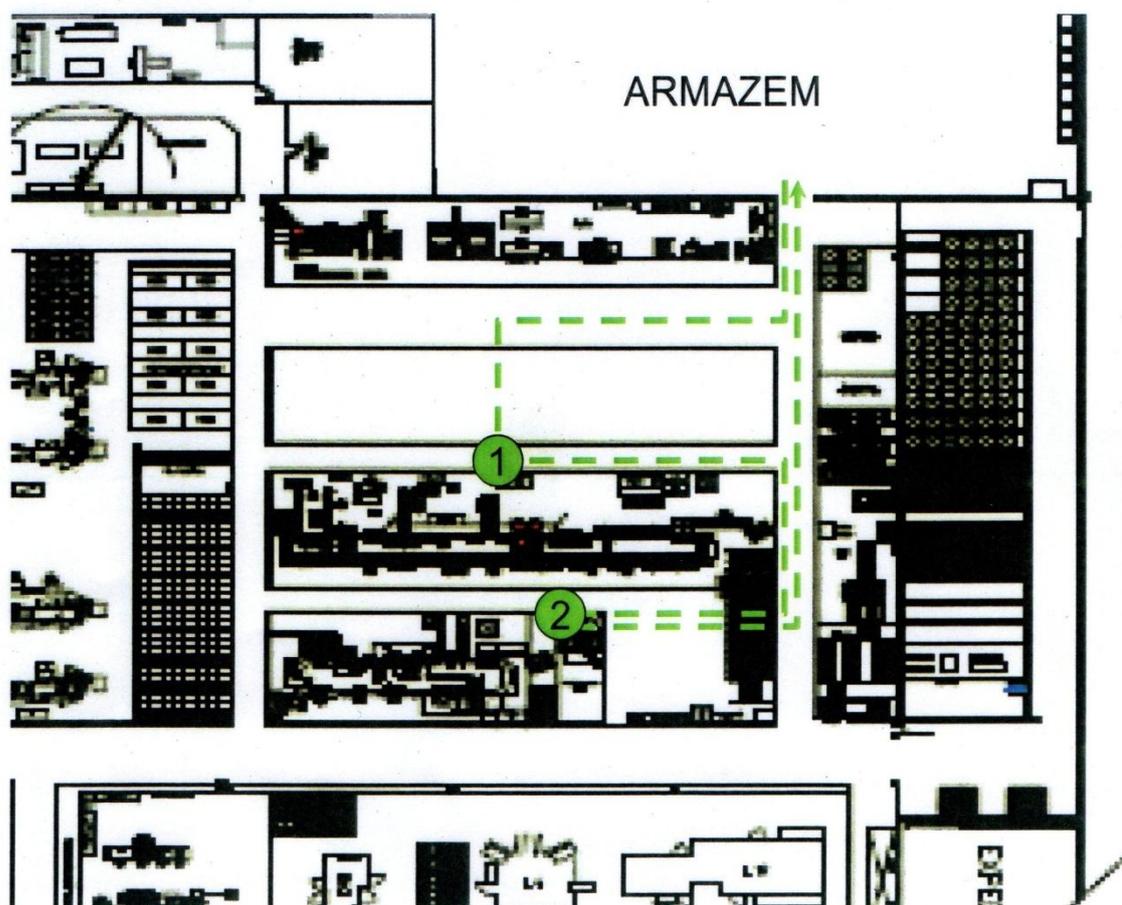
● Zona de entrega de ATM e bielas

Rota verde II

Frequência : 30 minutos

Duração : 8 minutos

Início : das 08h15 às 08h30



● Zona de entrega de pratos

