

Fluxo de Informação e Materiais

Rita Santos de Pinho Costa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Osswald

Orientador na Empresa: Engenheiro Vítor Valera



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

2013-01-28

À minha Família e amigos

Resumo

Na atual conjuntura fabril torna-se fulcral a otimização e gestão eficiente dos recursos existentes, administrando-os e utilizando-os de forma consciente. Para tal é essencial partir de uma análise profunda aos processos envolvidos na criação do produto com vista a melhorar o fluxo de informação e materiais. É precisamente neste sentido que se inserem os projetos em duas secções produtivas da empresa em análise, Pintura e Prensas.

Na secção da Pintura são fabricadas as frentes dos aparelhos, colocadas numa linha automática de pintura e fornecidas aos clientes internos para posterior montagem nas linhas finais. Partindo da utilização de ferramentas Lean como o Value Stream Mapping, Diagram Spaghetti e por observação direta dos processos no chão de fábrica foi possível estudar o fluxo da cadeia de valor na secção. Com o intuito de reduzir o desperdício associado a atividades sem valor acrescentado, do ponto de vista do cliente, estudou-se a possibilidade de aumentar a ocupação dos operadores diretamente ligados à linha de pintura, por redistribuição de tarefas nos postos, criação de trabalho standard e alteração ao *layout* fabril. A implementação do projeto permitiu a libertação de um operador logístico para outras áreas da empresa que, aliado a outras alterações a nível organizacional, conduziu a um aumento de 0,1% na eficiência global da fábrica, correspondendo à poupança de 33.300 euros anualmente.

A secção das Prensas é responsável pelo fabrico de grande parte dos componentes metálicos estampados para as pré-montagens e montagens finais (exceto peças em cobre). A sinalizações da produção destes componentes é efetuada por meio de um sistema de *kanbans* permanentes. O desafio passa pela redução de área ocupada com *stock*, de forma a garantir espaço para a introdução de um novo projeto da empresa. Para tal procede-se a uma análise de estruturas de armazenamento logístico com o objetivo de substituir as estruturas de arrumação utilizadas. Partindo de uma análise dos produtos na secção, pesquisa em catálogos de estruturas, análise das condições iniciais para o operador a nível de ergonomia e das estruturas vigentes na fábrica, introduziu-se um sistema de carrinhos metálicos guiados unilateralmente no solo. Tal possibilitou a redução de 33 m² de área de *stocks* e melhorou a ergonomia de arrumação dos produtos, com uma redução de mais de 5 segundos no tempo de arrumação de cada caixa de produto, em comparação com os dois tipos de estruturas anteriormente utilizadas. Com a aplicação da ferramenta 5S's algumas alterações foram efetuadas de modo a tornar mais simples a localização e identificação dos produtos.

Em suma, com a introdução dos projetos desenvolvidos pôde obter-se ganhos a nível de área, eficiência da fábrica, aumento da taxa de ocupação dos operadores, mantendo a capacidade produtiva e fazendo uma gestão mais eficiente dos recursos, tal como se pretendia. Deste modo, foram criadas melhores condições de trabalho a nível ergonómico, por padronização das tarefas a executar com o envolvimento dos operadores.

Material and Information Flow

Abstract

At this industrial junction the optimization and efficient management of existent resources is vital, administrating and using them consciously. In order to do this, it is essential to start from a deep analysis of the processes involved in the creation of a product, in order to improve material and information flow. It is precisely in that sense that the projects are placed in two production sections of the studied company, Painting and Presses.

In the Painting section the front of the units are produced, placed in an automatic painting line and provided to internal clients for posterior assembly in the final lines. By using Lean tools like Value Stream Mapping, Spaghetti Diagram and direct shop-floor process observation, it was possible to study the value chain flow in the section. In order to reduce waste due to activities with no added value, from the client's point of view, the possibility of increasing the occupation of operators directly linked to the painting line was studied, through redistribution of tasks in each station, creation of standard work and changes of the factory *layout*. The project implementation allowed the liberation of a logistics operator to other areas of the company that, allied to other organization changes, lead to an increase of 0,1% in global factory efficiency, corresponding to a total of 33.300 euros in yearly savings.

The Press section is responsible for the manufacture of the most part of stamped metallic components for pre-assemblies and final assemblies (except for copper parts). The production signaling of these components is made through a permanent *kanban* system. The challenge will involve the reduction of *stock* areas, to allow space for the introduction of a new company project. For that, a logistics storage structure analysis was made in order to replace the actual storage structures used. Starting from the section's product analysis, research in structure catalogs, analysis of operator initial conditions in ergonomics and current structures, a system of unilateral guided metallic carts was introduced. It allowed a reduction of 33 m² of *stock* area and improved the product storage ergonomics, with a reduction of more than 5 seconds in storage time of each product, in comparison with the two types of structures used before. With the use of 5S tools, some changes were made in order to simplify the product location and identification.

In sum, the introduction of the developed projects allowed gains in area, factory efficiency, the increase of operator occupation, keeping productive capacity and making a more efficient resource management, as intended. Thus, better work conditions were permitted, ergonomically, by standardizing the tasks to be completed with operator involvement.

Agradecimentos

A integração num espaço novo no qual já existe um grupo de trabalho é naturalmente um processo difícil, ter confiança para expressar as ideias e pedir ajuda é um processo complicado. No grupo Bosch isso não foi um impedimento, uma vez que todos se mostraram disponíveis para ajudar, aconselhar, apoiar e sobretudo ensinar. Os meus agradecimentos começam por aí, para todos aqueles que me acolheram durante o estágio, nunca deixaram de me ajudar e me mostraram que tinha também eu algo a dizer. Agradeço ao meu orientador Vitor Varela pela ajuda, pelo desafio para “esmiuçar” constantemente os problemas e pelo incentivo diário para melhorar. Ao Manuel Neves pelo seu extenso conhecimento na área da gestão, sobretudo, pelo apoio em todos os meus projetos. À Márcia um grande agradecimento por aturar os meus momentos de pânico antes da entrega da tese e de euforia durante a implementação dos projetos. A António Santos por todo o apoio, conhecimento passado e disponibilidade. À Sandra Gonçalves que me ensinou muito e se mostrou sempre disponível para me ajudar. Agradeço a Jorge Teixeira e José Gonçalves pelo apoio diário, por me inserirem noutros projetos sempre que tal foi possível e pelo auxílio e força que me deram para a elaboração deste documento. Agradeço à Cármen e ao Paulo pela paciência na participação na implementação dos protótipos. Ao Paulo um enorme obrigada por “construir” e “re-construir” as minhas ideias vezes sem conta e pela simpatia diária. Ao Fernando, ao Fernando Faustino, à Adelaide, ao Póvoa e a todos os que trabalham diretamente nas secções, ensinaram tanto e foram sempre agradáveis ao longo desta jornada. Agradeço finalmente a todos os estagiários que partilharam comigo estes meses de estágio e com quem partilhei as emoções do primeiro “emprego”.

Agradeço ao meu orientador da Faculdade Paulo Osswald pela disponibilidade e por me ajudar a acreditar no projeto, pelo apoio e preocupação, pela disponibilidade para acompanhar a elaboração da dissertação e pela contribuição para o trabalho. À Mónica e Nuno Casimiro por todo o tempo que me “aturaram” na secretaria com dúvidas existenciais. A todos os professores que contribuíram para a minha formação a vários níveis, sobretudo ao Professor Barros Basto que com o seu método de ensino me ajudou a “sair da caixa” no desenvolvimento e aplicação das minhas ideias.

À minha família que esteve sempre presente, aos meus pais pela paciência, por me educarem, ajudarem e ensinarem a ser cada vez melhor. À minha irmã pelo apoio e força que sempre deu, pelas brigas, pela amizade agradeço. Agradeço à minha Avó Lena pelo carinho, por estar sempre pronta a ajudar e aconselhar e ao meu Avô Zé que apesar de não estar connosco foi um exemplo, acompanhou-me em quase todo o período de Faculdade e me lembrava constantemente do quanto importante era terminar este ciclo. Aos meus Avós Mário e Alice pelo carinho e apoio. A toda a restante família por todo o apoio demonstrado e por confiarem em mim, um enorme agradecimento. A todos os meus amigos, em especial ao Gonçalves, Helena e Marta, por estes anos de companheirismos, interajuda e por me darem um pouco de cada um de vocês e me ensinarem a ser uma pessoa melhor. Agradeço ao Ferreira, por ter estado sempre ao meu lado e convencer a trabalhar mesmo quando estava cansada.

A todas os restantes, envolvidos direta ou indiretamente um enorme agradecimento.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	<i>Bosch</i> Termotecnologia, SA.....	1
1.2	O Projeto Fluxo de Informação e Materiais na <i>Bosch</i> Termotecnologia, SA.....	1
1.2.1	Pintura	2
1.2.2	Prensas.....	2
1.3	O Método	2
1.4	Organização da Dissertação	3
2	Revisão Bibliográfica.....	4
2.1	Produção Lean.....	4
2.1.1	Contextualização histórica	4
2.1.2	Princípios básicos	4
2.1.3	Desperdícios.....	5
2.2	JIT (<i>Just-in-time</i>)	5
2.3	Fluxo Contínuo.....	6
2.4	Sistema Puxado	6
2.4.1	Supermercados em sistema puxado.....	7
2.4.2	Sistema puxado em sequência	7
2.4.3	Combinação do sistema puxado sequencial e supermercado	8
2.5	Ferramentas Lean.....	8
2.5.1	Mapa da cadeia de Valor	8
2.5.2	Diagrama <i>Spaghetti</i>	9
2.5.3	Análise ABC.....	9
2.5.4	Sistema <i>Kanban</i>	10
2.5.5	Trabalho <i>Standard</i>	11
2.5.6	5S's.....	13
2.6	Logística de armazenamento de produto	13
2.7	Sistema de Produção <i>Bosch</i> (BPS).....	14
3	Enquadramento do Problema	15
3.1	Caracterização da situação inicial na secção de Pintura	15
3.1.1	Organização.....	17
3.1.2	Fluxo de Informação e Materiais.....	17
3.2	Caracterização da situação inicial na secção das Prensas.....	22
3.2.1	Organização.....	23
3.2.2	Fluxo de Informação e Materiais.....	23
4	Abordagem ao Problema	29
4.1	Fluxo de Informação e Materiais na secção de Pintura.....	29
4.1.1	Ocupação dos Operadores dos Postos de Pintura.....	29
4.1.2	Tarefas do Operador Logístico	32
4.1.3	Propostas de alteração ao Supermercado da Secção da Pintura.....	33
4.2	Alterações ao <i>Layout</i> da Secção das Prensas.....	34
5	Solução Proposta.....	36
5.1	Fluxo de materiais e informação na secção de Pintura.....	36

5.1.1	Distribuição das Tarefas do Operador Logístico	36
5.1.2	Elaboração dos Balanceamentos	41
5.1.3	Planeamento do Fabrico	43
5.1.4	FIFO no Supermercado de Produto Acabado.....	45
5.1.5	Criação de Zona de Pendurais e Postiços.....	45
5.2	Redimensionamento do Supermercado da secção de Pintura	46
5.2.1	Classificação do produto.....	46
5.2.2	Cálculo do número de <i>kanbans</i>	47
5.3	Novo <i>Layout</i> da secção das Prensas.....	48
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	52
6.1	Resultados Obtidos.....	52
6.2	Outros Trabalhos.....	53
6.3	Trabalhos Futuros	54
7	Referências	55
	ANEXO A: <i>Bubble Diagrams</i>	57
	ANEXO B: <i>Layout</i> inicial da secção da Pintura.....	60
	ANEXO C: Mapa da Cadeia de Valor Inicial da secção de Pintura	61
	ANEXO D: <i>Layout</i> inicial da secção das Prensas.....	63
	ANEXO E: Mapa Cadeia de Valor para a secção das Prensas.....	64
	ANEXO F: Diagrama <i>Spaghetti</i> para a rota do operador logístico	66
	ANEXO G: <i>Layout</i> final da secção da Pintura após projeto.....	67
	ANEXO H: Normas de Instrução Visual - Pintura	68
	ANEXO I: Zona de Pendurais	81
	ANEXO J: Cálculo de <i>Kanbans</i>	83
	ANEXO K: Mapa da Cadeia de Valor Após Projeto para a secção de Pintura	85
	ANEXO L: Novo <i>Layout</i> Fabril para a secção das Prensas.....	86
	ANEXO M: <i>QCO</i> na secção das Chaminés	87
	ANEXO N: Normas de Instrução Visual para a secção dos Queimadores	90

Índice de Figuras

Figura 1 Fábrica da Bosch Termotecnologia SA.....	1
Figura 2 Gráfico de classificação ABC.....	9
Figura 3 Exemplo de um Gráfico de Balanceamento de Operadores (Kerber & Dreckshage, 2011)	12
Figura 4 Mapa inicial da cadeia de valor do Processo da Pintura (Fabrico e Pintura)	18
Figura 5 Exemplo de tabela com o planeamento de um Pacemaker.....	19
Figura 6 Quadro de Planeamento da Pintura	19
Figura 7 Quadro de Planeamento do Fabrico.....	19
Figura 8 Biblioteca de kanbans.....	19
Figura 9 Guia para colocação de carros em sequência na Zona de Carga.....	20
Figura 10 <i>Layout</i> inicial da Secção 822	22
Figura 11 Excerto do mapa da cadeia de valor do Processo das Prensas <i>Haulick 200T</i> e <i>Schuler</i>	23
Figura 12 Quadro de construção de lote para a Secção das Prensas.....	25
Figura 13 Quadro de Planeamento da Produção na secção das Prensas	25
Figura 14 Mapa da cadeia de valor do Processo das Prensas <i>Haulick B</i> e <i>C</i>	26
Figura 15 Embalagens para colocação dos componentes produzidos na secção das Prensas.....	27
Figura 16 Estruturas de armazenamento das embalagens de componentes	28
Figura 17 Diagrama Spaghetti para representação da rota do Operador Logístico da secção	32
Figura 18 Kanbans de duas cores	36
Figura 19 Evolução das melhorias no componente de transporte de <i>kanbans</i>	38
Figura 20 Quadro de Planeamento da Produção da secção da Pintura	39
Figura 21 Rampa de Discos Kanban	40
Figura 22 Zona de Descarga após marcação do espaço e colocação do Quadro de <i>Kanbans</i>	40
Figura 23 Cartão FIFO do Pacemaker C4	44
Figura 24 Sequenciador de Produção da célula manual C1	44
Figura 25 Disco verde de Carro para consumo e Stop para garantia de FIFO.....	45
Figura 26 Esquema de carrinho com rodas, guiado unilateralmente	48
Figura 27 Esquema de empilhamento das caixas nos carrinhos.....	49
Figura 28 Carrinhos colocados na secção.....	50
Figura 29 Supermercado com guias, carros e identificações por referência	50
Figura 30 Colocação das guias na secção	50
Figura 31 Quadro de construção de lote da secção	51
Figura 32 Esquema da solução para o Quadro de <i>Kanbans</i>	51

Índice de Tabelas

Tabela 1 Identificação das zonas da linha de pintura e tempos do processo	16
Tabela 2 Quantidades de Referências de tipo A, B e C para cada equipamento da secção das Prensas	24
Tabela 3 Capacidades do Processo de Pintura na fase inicial	29
Tabela 4 Percentagens de Ocupação dos Operadores do Processo de Pintura para funcionamento na capacidade máxima	30
Tabela 5 Percentagens de ocupação dos operadores por turno para 8 <i>Pacemakers</i>	31
Tabela 6 Percentagens de ocupação dos operadores por turno para 7 <i>Pacemakers</i>	32
Tabela 7 Tarefas do operador logístico com indicação da área à qual está relacionada.....	33
Tabela 8 Dados das estantes da S822	35
Tabela 9 Tarefas do Operador de Carga com nova localização	37
Tabela 10 Tarefas do operador logístico transferidas para a Carga	38
Tabela 11 Tarefas do Operador da Descarga	40
Tabela 12 Sequência de Carga para um operador	42
Tabela 13 Sequência de Descarga para dois operadores	42
Tabela 14 Tempos de ciclo dos operadores antes e depois do projeto	42
Tabela 15 Sequência de Planeamento do fabrico	44
Tabela 16 Referências A e percentagem de consumo	46
Tabela 17 Definição do Supermercado para corredores para outras Referências	47
Tabela 18 Tempos de arrumação para três estruturas distintas	49
Tabela 19 Resultados para supermercado de carrinhos	50
Tabela 20 Comparação de áreas ganhas com o projeto e os restantes.....	51

Índice de Equações

Equação 1 Fórmula de cálculo do Takt Time	6
Equação 2 Fórmula de cálculo de Kanbans	10
Equação 3 Rotas por turno do operador logístico	30
Equação 4 Capacidade produtiva do operador logístico por turno de trabalho	30
Equação 5 Fórmula de cálculo da percentagem de ocupação por operador para cada cenário	30
Equação 6 Ocupação das estantes metálicas da secção das Prensas	34
Equação 7 Cálculo da eficiência	42
Equação 8 Fórmula <i>Kanban standard</i> (BPS)	47

1 Introdução

1.1 Bosch Termotecnologia, SA



Figura 1 Fábrica da Bosch Termotecnologia SA

A empresa foi criada em 1977 em Cacia, Aveiro, por empresários locais. O fabrico dos esquentadores *Junkers* começou após um contrato de licenciamento com a *Robert Bosch* que permitiu que fosse feita a transferência da tecnologia utilizada pela empresa alemã na criação destes aparelhos. Dada a elevada qualidade dos equipamentos fabricados e uma boa estratégia de vendas a empresa cresceu, criando a marca Vulcano no ano de 1983. Foi precisamente no ano deste lançamento que alcançou a liderança do mercado nacional de fabricantes de esquentadores. Cinco anos mais tarde, o Grupo *Bosch* adquiriu parte das ações da empresa e incorporou-a na divisão de Termotecnologia, passando a designar-se Vulcano Termodomésticos SA.

Desde 1992 a empresa passa a líder do mercado europeu, sendo o terceiro produtor mundial de esquentadores. Foi criado um centro de Investigação e Desenvolvimento na própria empresa, iniciando a produção de caldeiras a gás em 1996. No ano de 1998 a *Bosch* passa a ser única acionista, passando a empresa a denominar-se *Bosch Termotecnologia SA* em Janeiro de 2008. A empresa produz uma vasta gama de aparelhos¹, desde o conjunto de esquentadores de ignição automática *Compact*, esquentadores para pequenos e grandes consumos, elevada potência (como o *World2*), caldeiras, bombas de calor, apostando constantemente no desenvolvimento de produtos únicos e inovadores.

A empresa divide-se em vários departamentos: qualidade, logística, compras, produção, entre outros. O sistema de gestão que integra e envolve todos os departamentos e colaboradores. O projeto em questão foi desenvolvido no departamento de produção.

1.2 O Projeto Fluxo de Informação e Materiais na Bosch Termotecnologia, SA

O desenvolvimento do projeto de fluxo de informação e materiais ocorreu em duas secções produtivas da empresa *Bosch*: Secção das Prensas e Secção da Pintura. O objetivo fulcral do projeto é a criação de um fluxo transparente, visual e simples. Tal passa pela melhoria dos processos, análise e eliminação de desperdícios criando sistemas visuais que permitam identificar problemas ou anomalias no processo antes de se tornarem críticas. O projeto foi desenvolvido com o apoio do responsável das duas secções e das equipas de trabalho, uma vez que são as que efetivamente convivem diariamente com as dificuldades, prestando auxílio a nível da identificação e compreensão dos problemas associados aos processos. O projeto envolveu as duas secções já referidas sendo a abordagem aplicada diferente. Na secção das Prensas o objetivo consistia na libertação de área de *stock* para introdução de um novo projeto. Já na secção da Pintura o foco era melhorar o fluxo de informação e materiais entre o cliente final e a secção e entre as duas zonas da mesma (fabrico e Pintura). De forma a facilitar a compreensão de cada abordagem serão explicitadas em separado.

¹ Ver em ANEXO A diagramas do fluxo de processos para dois produtos da empresa.

1.2.1 Pintura

Trata-se da secção na qual as frentes do produto da empresa são fabricadas, por meio de prensas que transformam platinas metálicas em frentes, que são posteriormente pintadas numa linha de pintura electroestática, finalmente são transportadas para montagem nas linhas finais. O processo de obtenção de frentes rege-se pelos planos de trabalho dos clientes internos (ou seja, as linhas finais de montagem da fábrica), sendo estes que definem o ritmo e níveis de produção na secção. A organização e planeamento da produção a nível do processo, de forma a garantir que as necessidades do cliente, cabe a um responsável em cada turno (com base nas encomendas dos clientes). Repare-se que a secção funciona num sistema de produção puxada, por meio de duas zonas de armazenamento (de produto acabado e em bruto, ou seja, por pintar), sendo o fluxo de informação e materiais assegurado por um operador da Logística. Este operador transporta o material dentro da secção, identifica os componentes e movimenta ordens de produção, entre outras tarefas. No entanto o operador está subutilizado e prevê-se que com a introdução de um novo sistema de fluxo de materiais e informação, seja possível libertá-lo para uma zona da empresa na qual é necessário. É portanto necessário fazer a distribuição das suas tarefas na secção criando meios que permitam criar um fluxo de informação autónomo e utilizar as capacidades dos restantes operadores do processo. Em simultâneo existe a necessidade de criar um sistema mais claro de planeamento da zona de fabrico, envolvendo os operadores e permitindo que também estes sejam parte do fluxo. Em paralelo verifica-se que o supermercado de produto acabado não garante uma regra essencial, o *FIFO* (princípio que indica que o primeiro item a ser produzido deve ser o primeiro a ser consumido), como tal a implementação de um sistema que garanta este princípio aliada a um novo cálculo das capacidades do supermercado é uma ação fundamental.

1.2.2 Prensas

Na secção das Prensas são fabricados diversos componentes por meio de prensas mecânicas e linhas de produção, esses produtos abastecem as linhas de montagem final (os *Pacemakers* da fábrica). Nesta secção a libertação de área para introdução de novos projetos do grupo é vital. Verifica-se que existe potencial para reduzir área através da alteração de *Layout* da secção, partindo da criação de estruturas apropriadas às necessidades, possibilitando a reorganização dos produtos. É precisamente neste sentido que o projeto se desenvolve, ou seja, na criação de sistemas que garantam esta redução. Através da análise dos sistemas iniciais de arrumação, ergonomia e do desperdício associado fez-se um estudo para criação de métodos mais eficazes de acondicionamento do *stock*. Repare-se que já decorriam ações a nível de redução do *stock* de um dos equipamentos e decorria a transferência de alguns produtos para a secção de destino (uma vez que existe nessa zona algum espaço disponível), contudo este projeto permite não só reduzir área de *stocks* mas também melhorar as condições de trabalho. A redução de área envolve não só a criação dos meios, mas sobretudo a mentalização e criação de condições mais favoráveis para os próprios colaboradores, incluindo-os no processo e garantindo o seu conforto.

1.3 O Método

De modo a caracterizar os processos e compreendê-los foram elaborados mapeamentos da cadeia de valor (*VSM*). Esta ferramenta permite ter uma boa visualização do funcionamento de um sistema e observar oportunidades de melhoria. A abordagem na secção da Pintura parte da elaboração de um diagrama *Spaghetti* que permite verificar as deslocações e rota do

operador em análise, partindo-se em seguida para a definição das tarefas e análise das taxas de ocupação dos operadores envolvidos diretamente no processo de pintura das frentes. A definição de trabalho *standard* e criação de normas de instrução visual foi determinante para a criação de um sistema capaz, perceptível e sobretudo transparente. Para a secção das prensas surgiu a necessidade de estudar um sistema de armazenamento logístico para acondicionar os componentes fabricados para posterior transporte para as linhas finais de montagem de acordo com as necessidades. Com este objetivo procedeu-se a uma análise diretamente na secção, recolha de dados, cálculo da área, para criação de um novo *Layout*. Para tal teve-se em conta normas internas da empresa e catálogos de sistemas de armazenamento. Refira-se que em ambas as secções a utilização da ferramenta 5S's permitiu criar espaços de fácil gestão visual, organizados, criando normas para cada tarefa e delimitando zonas de trabalho.

1.4 Organização da Dissertação

A presente dissertação divide-se em seis capítulos essenciais. No primeiro capítulo faz-se uma Introdução à empresa, suas atividades e projeto desenvolvido. No segundo capítulo abordam-se temas relevantes para o projeto numa análise do Estado da Arte, desde o sistema de produção Lean até ao sistema de produção utilizado pela empresa.

Relativamente ao terceiro capítulo, procede-se à descrição da Situação Inicial nas áreas onde o projeto se desenvolveu, referindo o modo de operação e fluxos de informação e materiais. No capítulo seguinte parte-se para a Abordagem ao Problema, analisando-se as situações e problemas que devem ser melhorados. Neste capítulo faz-se a ligação com os temas abordados no Estado da Arte, compreendendo e analisando as áreas de ação, definindo estratégias de melhoria.

O quinto capítulo refere-se à Solução Proposta para cada problema, explicitando o modo de resolução levado a cabo e criando soluções para os problemas referidos anteriormente. Finalmente no sexto capítulo retiram-se as conclusões da implementação dos projetos. Neste capítulo existe igualmente uma secção na qual se relatam alguns dos trabalhos suplementares elaborados na empresa, que não sendo parte do projeto forneceram conhecimentos essenciais na área da gestão da produção relativamente a técnicas não abordadas na dissertação, mas de elevado interesse (como a técnica SMED). No mesmo capítulo reserva-se uma secção para sugestões de trabalhos futuros.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Produção Lean

O sistema de produção em massa tem vindo a ser substituído pela Produção *Lean* (*Lean* significa em português magra). Este sistema permite obter “cada vez mais com menos – menos recursos humanos; menos equipamento; menos tempo e menos espaço – chegando cada vez mais próximo do cliente” (Womack & Jones, 2003). Trata-se pois do objetivo fulcral de qualquer empresa, de modo que se considerou essencial a pesquisa e análise do tema. Para tal começa-se por fazer uma contextualização histórica, enunciação dos seus princípios base e definição de desperdício neste sistema de produção.

2.1.1 Contextualização histórica

Segundo Alukal & Manos (2006) grande parte dos conceitos do *Lean* já haviam sido praticados pela Ford Motor Company² nos anos 20. De facto como refere Dennis (2007) no seu livro *Lean Production Simplified*, Eiji Toyoda³ visitou a Ford nos Estados Unidos da América de modo a conhecer o seu sistema de produção e adaptá-lo. Deste modo, com o auxílio de Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (tendo sobretudo se evidenciado mais tarde como consultor de outras empresas sendo o principal trabalho o SMED⁴) foi sendo introduzido e continuamente refinado um sistema de produção com o objetivo de reduzir o desperdício e eliminar tarefas sem valor acrescentado, ou seja, tarefas ou atividades que não trazem valor do ponto de vista do cliente. Trata-se do Sistema de Produção da Toyota (Toyota Production System, TPS), cujas técnicas e conceitos foram reintroduzidas no Ocidente e popularizadas como Produção *Lean* por James Womack e o seu grupo no livro “The Machine That Changed the World: The story of *Lean* Production”.

2.1.2 Princípios básicos

Os princípios da produção *Lean* são definidos por Womack & Jones (2003) através de cinco conceitos fundamentais: valor, cadeia de valor, fluxo, “pull” e perfeição.

Em relação ao **valor**, este é especificado em termos de produto específico que vai de encontro às necessidades de um cliente a um determinado preço. A **cadeia de valor** refere o conjunto de todas as acções requeridas para obter um produto passando pelas três tarefas críticas da gestão: tarefa de resolução de problemas (desde a concepção ao lançamento), a gestão da informação (desde a ordem à entrega) e transformação física (desde a matéria-prima até ao produto acabado). Relativamente ao **fluxo**, após obter o mapa da cadeia de valor é necessário mostrar o fluxo da mesma, por forma a eliminar *stocks* intermédios. Assim em vez de separar o fluxo por departamentos, deve ser criado um fluxo contínuo de actividades (conceito abordado mais à frente). O sistema **pull** (ou puxado em português) é o passo seguinte após a criação de um fluxo, e refere que só se produz caso haja procura por parte do cliente evitando-se desperdício de produto indesejado (será tratado com mais detalhe em 2.4). Finalmente a **perfeição** é o objectivo fulcral do *Lean*, tal exige uma melhoria contínua, Kaizen em japonês.

² Empresa de Henry Ford que foi capaz de construir um carro em apenas 4 dias, desde o minério de ferro em bruto até ao produto acabado (Wisner & Stanley, 2008).

³ Sobrinho de Sakichi Toyoda, fundador do Grupo Toyota

⁴ Trata-se de uma ferramenta *lean* que permite mudanças rápidas e eficientes entre produtos. Esta mudança rápida permite criar lotes pequenos e por isso melhorar o fluxo.

Kaizen segundo *Rother & Shook* pode ser a nível do processo (*process kaizen*) na eliminação do desperdício nos mesmos, ou ao nível do fluxo (*flow kaizen*) na melhoria da cadeia de valor.

2.1.3 Desperdícios

Um dos grandes objetivos da produção *Lean* é a eliminação do desperdício. Como refere *Breyfogle* (2003), para a eliminação do *muda* (lixo ou desperdício em japonês) é necessário defini-lo, identificar a sua causa, planear a sua eliminação e por fim estabelecer um controlo permanente para prevenir a sua reincidência. *Coimbra* (2009) refere que no *Lean* se verifica um conceito abrangente – os 3 M's, *muda*, *mura* e *muri* (em japonês). *Muda* refere-se a lixo, *mura* significa variabilidade, ou seja a falta de estabilidade e fiabilidade (demasiadas variações inesperadas) e finalmente *muri* indica dificuldade e refere-se ao conceito de perda de tempo e energia. *Ohno* (1997) identifica sete tipos de desperdícios:

- Superprodução (Produção em excesso) – maior quantidade, mais cedo ou mais rápido que o requerido; Inventário – excesso de peças ou informação;
- Má qualidade (produtos/ serviços defeituosos) – Peças que necessitam de re-trabalho ou são sucata;
- *Stocks* – existência de peças semi-acabadas entre processos ou postos
- Excesso de processamento – Passagem por processos que não trazem valor ao produto do ponto de vista do cliente;
- Espera – tempo não produtivo por exemplo para operadores, material e máquinas;
- Movimento – Movimento de pessoas, ferramentas ou máquinas que não adiciona valor ao produto/ serviço;
- Transporte – Transporte de produtos, material ou informação ao longo da fábrica.

2.2 JIT (*Just-in-time*)

A produção *Just-in-time* foi inicialmente desenvolvida e aperfeiçoada na Toyota por Taiichi Ohno com o objectivo de produzir de acordo com a procura do cliente com mínimo de atrasos, sendo depois adoptada por várias outras organizações (*Cheng & Podolsky*, 1993). Esta filosofia de gestão *Just-In-Time* (JIT) consiste num conjunto integrado de atividades desenhadas para alcançar elevado volume de produção usando o mínimo inventário. O produto que chega ao posto/ área de trabalho no momento exacto em que há necessidade (*Jacobs & Chase*, 2011). Cada processo deve ser abastecido com os itens requeridos na quantidade necessária no tempo indicado (*Shingo*, 1989) sem desperdícios (já referidos anteriormente em 2.1.3). É possível então reduzir o investimento em inventário (de matéria-prima e produto acabado), para tal aposta-se na melhoria a nível da qualidade dos bens recebidos criando uma produção consistente de produtos de elevada qualidade. Tal permite melhorias a nível da eficiência operacional, redução do WIP⁵ e *lead time* (*Lai & Cheng*, 2009). Estes sistemas de produção apresentam contudo a desvantagem de pelo fato de operarem com baixos níveis de *stock* e poucos fornecedores e existir um elevado risco de interrupções na cadeia de abastecimento (*Ballou*, 2006).

Refira-se ainda que a produção JIT abrange a necessidade de flexibilidade para criar lotes pequenos, partindo de técnicas SMED e sinalização por meio de um sistema *kanban*. Como tal existem vários elementos que podem ser agrupados em cinco rúbricas principais: organização do local de trabalho (a limpeza do espaço dá a sensação de maior área); visibilidade; manutenção preventiva; planeamento da produção e sistemas de controlo. Este

⁵ WIP – *Work-in-process*, trabalho em processo.

sistema baseia-se igualmente no nivelamento da produção (em japonês *heijunka*) e é composto por três elementos operacionais: Sistema Pull (referido mais à frente), *takt time* e fluxo contínuo (Kerber & Dreckshage, 2011).

2.3 Fluxo Contínuo

O conceito de Fluxo contínuo significa idealmente que um produto é processado e move-se diretamente de um posto para outro, uma peça de cada vez. Conduz a elevada eficiência na transformação de materiais em produtos uma vez que se utiliza o mínimo de recursos, reduz-se o *lead time* permitindo uma resposta mais rápida às necessidades do cliente, melhora a qualidade e encoraja a comunicação entre operadores (Rother & Harris, 2001). De forma a gerir os recursos necessários é importante conhecer e compreender a procura e o cliente. Desta forma introduz-se o conceito de ***takt time***. Trata-se do ritmo a que o produto deve ser produzido de modo a satisfazer as necessidades do cliente. O *takt time* não é portanto uma medição do que se consegue produzir, mas um número calculado (através da fórmula da Equação 1) para ajustar a produção à procura do mercado (Team, 2002).

Equação 1 Fórmula de cálculo do Takt Time

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Horas disponíveis para produção por dia}}{\text{Procura diária}}$$

Para alcançar e manter um fluxo contínuo e uma cadeia de valor *Lean* é preciso programar e operar a célula, sobretudo no caso de se tratar do processo *Pacemaker*. Note-se que o *Pacemaker* é o processo que marca o ritmo de produção dos restantes, o *takt time*. Rother & Harris (2001) referem a necessidade de um nivelamento do volume de trabalho através do *mix*⁶ de produtos. Coimbra (2009) refere **nivelamento da produção**, ou ***leveling*** em inglês, como um processo que consiste em várias operações de planeamento que convertem ordens em lotes programáveis, lançando uma sequência otimizada de produção. O autor indica que se trata da repetição de um produto num ciclo contínuo, designado EPEI (*Every Part Every Interval*, ou seja cada parte a cada intervalo). Este conceito é associado também à utilização de um sistema de controlo “puxado” com possibilidade de utilização de um supermercado e partindo da utilização de sistema *kanban*.

2.4 Sistema Puxado

Numa cadeia de abastecimento vários processos ocorrem até o produto chegar ao cliente. O reabastecimento pode ter duas formas: por sistema empurrado (*push*) ou puxado (*pull*). No sistema tradicional de produção empurrada, a produção é efetuada com base em previsões da procura, produz inventário que é “empurrado” para os processos a jusante, sem um pedido específico (Team, 2002). Por outro lado, no sistema *Lean* de produção puxada a ordem de produção depende da remoção de produto por parte do cliente (puxa o produto), ou seja o consumo indica necessidade de reabastecimento (Smalley, 2004). Tal permite responder rapidamente a mudanças repentinas e inesperadas na procura.

Como referido em *Pull Production for the Shopfloor* (Team, 2002) é possível uma redução do inventário de produto em execução (*Work-in-process*, *WIP*), *lead time*, tempos de inatividade e de espera, por meio de: Nivelamento, com utilização de pequenos lotes e grande variedade

⁶ Mix é a combinação ou mistura de vários produtos.

de acordo com os pedidos do cliente; Balanceamento da linha, utilização do operador onde a produção é maior; Operações com vários processos, com a capacidade do operador efetuar várias tarefas ou operações na mesma célula. O sistema de produção puxado apresenta vantagens a nível da simplicidade do planeamento e de operação e da inexistência de devoluções (reabastece apenas o necessário). Como tal impede a superprodução, sendo contudo uma desvantagem os eventuais custos associados ao *stock* (Ross, 2004). Este tipo de sistema de produção pode ser integrado de formas diferentes: por meio de um supermercado em sistema puxado; por sistema puxado em sequência e por uma combinação de ambos (Smalley, 2004).

2.4.1 Supermercados em sistema puxado

Antes de mais deve definir-se o conceito de Supermercado na produção *Lean*. Corresponde a uma área de armazenamento onde se coloca determinada quantidade de cada produto que o processo pode gerar (materiais, componentes ou produto acabado) (Team, 2002). Pode ser considerado um *buffer* de inventário do qual os processos seguintes podem retirar materiais, componentes ou produto acabado conforme necessitam. Fornece os processos a jusante sem interrupções causadas por variação de produtos e tamanho de lote (Kerber & Dreckshage, 2011). Partindo de um sistema de sinalização (analisado em 2.5) que despoleta a produção de um novo lote, é considerado um bom método de controlo da produção entre fluxos desconectados, uma vez que as instruções de produção não são programadas ou planeadas (Smalley, 2004), mas fruto da procura real. Coimbra (2009) refere algumas regras para o supermercado:

- Tem uma localização fixa para cada tipo de produto
- Possibilita um fácil acesso ao *picking*⁷
- Permite fácil gestão visual
- Assegura o princípio FIFO (*first-in-first-out*). O FIFO permite manter precisão da produção e sequência de transporte assegurando que o primeiro produto a entrar no processo ou área de armazenamento (*first in*) é o primeiro a sair (*first out*)⁸ (Lean Enterprise Institute, 2008).
- Desenhado para possibilitar o fluxo e fácil manuseamento de pequenos contentores, contentores com rodas e carrinhos.

Note-se que a utilização de um sistema *kanban* para indicação de reposição de material possibilita o controlo do processo (Team, 2002). Através de melhorias contínuas deve-se aspirar à diminuição do número de *kanbans* e consequentemente à redução da dimensão do supermercado. A maior desvantagem deste tipo de sistema é a necessidade de manter *stock* de todas as peças produzidas, tal não é viável quando existe grande variedade de produto (Lean Enterprise Institute, 2008).

2.4.2 Sistema puxado em sequência

Relativamente ao sistema puxado em sequência trata-se essencialmente de um “processo por pedido” (Locher, 2011), com produção feita por encomenda reduzindo o *stock* (sistema puxado no geral). É sobretudo utilizado quando existe muita variedade de produtos para ser armazenada num supermercado. O funcionamento deste sistema permite estabelecer a

⁷ *Picking* indica o processo de recolha de produtos (podendo diferenciar-se a nível da categoria e quantidade) face a um pedido de um cliente.

⁸ Note-se que esta prática permite garantir que não se armazena produto obsoleto e que problemas de qualidade não ficam escondidos no inventário.

combinação de produtos e quantidades a ser produzidas, por meio da eliminação pura e simples do *stock* intermédio, flexibilidade e *takt time* igual a montante e a jusante. Para tal pode recorrer-se à introdução de *kanbans* numa caixa de nivelamento ou de sequenciamento, normalmente no início do turno (*Lean Enterprise Institute*, 2008). A informação da produção é fornecida aos processos iniciais da cadeia de valor com a indicação da sequência, havendo a necessidade de cumprir com o princípio do FIFO para garantir que a sequência final será a mesma que a do cliente. *Smalley* (2004) refere que a maior dificuldade na utilização deste sistema é definir o ritmo de produção de acordo com o *takt time* do cliente final, trata-se portanto de um sistema que requer uma gestão rígida.

2.4.3 Combinação do sistema puxado sequencial e supermercado

Este tipo de sistema associa os sistemas puxados referidos anteriormente, garantindo tratamentos diferentes para os produtos – por reposição de *stock* (supermercado) e por encomenda (sequencial). A utilização deste tipo de sistema faz sentido quando é possível fazer uma classificação ABC do produto (explicitada em detalhe no capítulo 2.5.3). Tal consiste, de modo geral, na classificação do produto com base na procura/ frequência de pedidos em A (grande procura), B (procura média) e C (procura baixa). Partindo dos resultados obtidos é possível selecionar o tratamento a dar a cada classe de produto tendo também em atenção as quantidades associadas. Como refere *Smalley* (2004) esta opção é bastante útil para empresas com grandes quantidades de produto de tipo A e B e em simultâneo com múltiplas encomendas de diferentes referências de tipo C permitindo concentrar esforços diários nos produtos que exigem uma gestão mais intensa.

Relativamente à distribuição do produto considera-se que produtos de tipo A e B são dispostos num inventário de produto acabado (num supermercado por exemplo) enquanto os produtos de tipo C são produzidos por ordem do cliente final com recurso a um sistema puxado sequencial (*Smalley*, 2004). Dessa forma é possível beneficiar das vantagens de cada um dos sistemas mesmo em situações em que a procura é complexa e variável. Note-se contudo que a utilização do sistema combinado pode trazer dificuldades a nível do balanceamento do trabalho e identificação de circunstâncias atípicas. De modo a evitar dificuldades até mesmo no trabalho de melhoria contínua (*kaizen*) exigida pela produção *Lean* é necessária uma gestão rigorosa (*Lean Enterprise Institute*, 2008).

2.5 Ferramentas Lean

2.5.1 Mapa da cadeia de Valor

O mapeamento da cadeia de valor (*VSM*, *Value Stream Mapping* em inglês) é uma ferramenta *Lean* que permite ver e compreender o fluxo de materiais e informação enquanto um produto ou família de produto percorre a cadeia de valor. Efetivamente partindo deste mapa é possível ver a causa do desperdício e verificar a ligação entre os fluxos de material e de informação (*Rother & Shook*, 2003). É pois uma ferramenta qualitativa através da qual se descreve com detalhe como o fluxo da instituição deve funcionar, por meio da análise do fluxo e quantitativa uma vez que contém informação precisa com medições do processo.

De modo a desenvolver o mapa utilizam-se símbolos standard com variações. Note-se que se dividem em categorias: processos, materiais, informação e geral (*Jacobs & Chase*, 2011).

Segundo *Rother & Shook* (2003) os processos no mapa são desenhados de acordo com a ordem de processamento e não com base no *layout*, sendo representados por caixas de dados.

Estas caixas contêm informação, por exemplo, do tempo de ciclo, número de operadores ou tempo de mudança de ferramenta (ou setup). *Jacobs & Chase* (2011) definem-no como um processo de duas partes: inicialmente permite ver o estado atual e em seguida criar um estado futuro para o processo (com indicação das melhorias a desenvolver para posterior implementação).

2.5.2 Diagrama Spaghetti

O Diagrama *Spaghetti*, ou diagrama de esparguete trata-se de uma ferramenta *Lean* que corresponde a uma visão aérea do *layout* fabril (a escala não é obrigatória, no entanto permite calcular o percurso e tempo perdido) com a representação do trajeto, que o operador segue na execução das suas tarefas, por meio de linhas. A designação deve-se ao facto de após finalizados serem semelhantes a um prato de esparguete (*Townsend*, 2012). Numa fase inicial, por observação do trabalho a analisar, definem-se as deslocações do operador, podendo indicar-se o tempo e as distâncias percorridas. Trata-se de uma boa ferramenta para a determinação do desperdício, uma vez que possibilita observar desperdícios a nível do tempo despendido em deslocações ou tarefas repetitivas (por exemplo).

2.5.3 Análise ABC

Face às limitações de recursos o passo acertado é utilizar esses recursos de modo a controlar o inventário da melhor forma, focando os artigos mais importantes. Assim em qualquer sistema de inventário existe a necessidade de especificar quando deve ser dada uma ordem de produção para um produto e a quantidade pretendida (*Jacobs & Chase*, 2011). Para este problema pode partir-se da classificação ABC do produto. A análise ou classificação ABC é uma adaptação da Lei de *Pareto*. *Pareto* no século dezanove fez um estudo acerca da distribuição de riqueza em Milão concluindo que 20% das pessoas controlavam 80% da riqueza (*Jacobs & Chase*, 2011). O modelo 80-20 é na verdade válido para a maioria das situações de inventário. Segundo *Garcia et al.* (2006) os produtos podem dividir-se em três grupos:

- Produto tipo A – cerca de 20% do total de produtos que correspondem a 80% da procura;
- Produto tipo B – cerca de 30% do total de produtos correspondendo a 15% da procura;
- Produto tipo C – cerca de 50% do total de produtos correspondendo a 5% da procura.

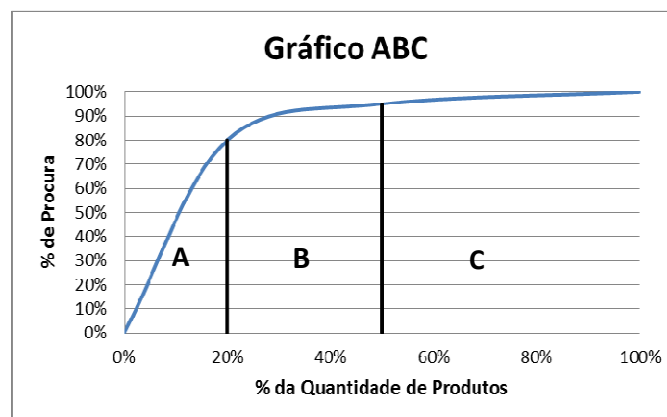


Figura 2 Gráfico de classificação ABC

Esta classificação pode ser executada de acordo com diversos autores com base em vários parâmetros: vendas em termos de valor (*Shah*, 2009); custo por unidade, *lead time* (*Ross*, 2004), procura anual (*Garcia et al.*, 2006), entre outros. Assim é possível estabelecer um grau de controlo apropriado para cada produto (*Jacobs & Chase*, 2011). Repare-se que esta classificação pode e deve ser executada mensalmente, trimestralmente, anualmente ou em qualquer outro período fixo devido às grandes flutuações do mercado, podendo em apenas semanas ou meses um produto A passar a C (*Wisner et al.*, 2009).

2.5.4 Sistema Kanban

A palavra japonesa *Kanban* significa sinal ou placa sinalização. No sentido de produção refere-se a um sistema de controlo visual de produção que permite sinalizar quando existe necessidade de reposição, sendo gerado um sinal pelo cliente quando “puxa” o produto (*Vatalaro & Taylor*, 2003). Desta forma, como referem *Jacobs & Chase* (2011) a autorização para produção ou fornecimento de peças é dada pelos processos a jusante na cadeia de valor funcionando portanto num sistema puxado. Os *kanban* não são necessariamente cartões, podem ter várias formas e ser de diferentes materiais e tipos. Note-se que um sistema bem desenhado e implementado resulta nas peças certas a serem produzidas no momento certo na quantidade necessária ao longo de toda a cadeia de valor (*Vatalaro & Taylor*, 2003), permitindo uma redução do *Work-In-Process* (WIP). De facto como mencionado por *Taiichi Ohno* (1997) “os *kanban* são um meio de atingir o *just-in-time* (JIT) ”.

Para utilização do sistema *kanban* algumas regras devem ser tidas em conta segundo *Shingo* (1989). Em primeiro lugar o autor refere que o *kanban* dá informação de consumo apenas quando o produto é removido, de modo que quando se retira produto, o *kanban* deve ser deixado na secção. Dá igualmente informação do que produzir e de quanto produzir, evitando o desperdício associado à superprodução uma vez que restringe o fluxo total de produto. É de realçar que todos os materiais e produtos devem ser acompanhados por um cartão *kanban* ao longo da movimentação pela cadeia de valor. Uma vez que uma das regras implica que todo o produto tem que ter qualidade aceitável, o sistema previne que peças defeituosas passem para processos seguintes e levem a interrupções do fluxo devido a material não conforme. Finalmente *Shingo* salienta que o número de *kanbans* diminui ao longo do tempo, pois permite descortinar problemas e controlar o inventário, conduzindo a uma redução do *stock* e do *lead time* para o cliente. É de salientar portanto a necessidade de definir o número de *kanbans* (ver Equação 2) para cada produto, para tal recorre-se a uma fórmula que combina o output diário⁹, a capacidade das embalagens, inventário do *buffer*, *lead time*¹⁰, tempo de transporte, entre outros fatores (*Team*, 2002).

Equação 2 Fórmula de cálculo de Kanbans

$$\text{Nº de Kanbans} = \frac{\text{Output Diário} \times (\text{lead time} + \text{margem de segurança})}{\text{Capacidade da embalagem}}$$

Vatalaro & Taylor (2003) referem dois tipos de *kanban*: permanentes e de uso único. Os *kanbans* permanentes são constantemente reciclados ao longo do sistema puxado, correspondendo aos produtos que o cliente normalmente consome em intervalos de tempo

⁹ Output diário corresponde à produção diária que um processo é capaz

¹⁰ *Lead time* é o intervalo de tempo que decorre entre o início e o fim de um processo.

definidos. Os *kanban* que são introduzidos no sistema apenas após ser encomendado por parte do cliente designam-se *kanbans* de uso único, sendo utilizados sobretudo para produtos especiais ou cuja procura não é tão frequente (em sistemas como o de 2.4.3 por exemplo). Relativamente à sua função, podem distinguir-se *kanban* de produção, que indicam uma instrução de produção e *kanban* de movimentação ou recolha, que indicam que deve transferir produto para um processo posterior.

2.5.5 Trabalho Standard

Coimbra (2009) refere que “a criação de trabalho *standard* significa atingir um estado de fluidez nos movimentos dos operadores de forma que o trabalho será elaborado no menor espaço de tempo e com qualidade perfeita - criando trabalho com valor acrescentado” do ponto de vista do cliente. Trata-se de uma maneira eficaz de eliminar o muda e muri (ver 2.1.3). De forma simples, o autor refere que a essência do trabalho *standard* é observar os movimentos do operador, fazer um diagrama *spaghetti* (ver em 2.5.2) mostrando os seus movimentos ao longo do *layout* da zona de trabalho e determinar o tempo necessário para cada operação. Esta definição do trabalho permite observar e detetar o desperdício presente no processo.

2.5.5.1 Definição do trabalho

Partindo da observação do operador diretamente ou através de um vídeo é possível verificar as tarefas associadas à função que desempenha, permitindo visualizar onde podem ser implementadas melhorias. A definição das atividades do operador é uma acção fundamental de modo a estabelecer tempos *standard*, melhorar a produtividade e a própria operação se possível. Jacobs & Chase (2011) indicam quatro razões que justificam a necessidade de definir tempos *standard*: Planear o trabalho e alocar capacidade (em qualquer tipo de acção de planeamento é essencial conhecer o tempo necessário para executar a operação); Fornecer um objectivo básico para motivar os operadores e medir a sua performance; para obter novos contratos e avaliar a performance dos atuais; estabelecer padrões de referência para a melhoria.

De forma a determinar o tempo de trabalho pode-se partir de métodos de observação direta (como o estudo do tempo por amostragem) ou por métodos indirectos (por exemplo por um sistema de tempos predeterminados de movimentos). A técnica de estudo do tempo é executada por meio de um cronómetro diretamente no posto de trabalho ou por visualização de um vídeo (Jacobs & Chase, 2011). Devem fazer-se diversas observações aleatórias com o fim de determinar o tempo necessário para o operador as executar. Note-se que o número de observações deve ser o necessário para garantir resultados mais precisos possível (Aft, 2000).

Em relação aos métodos indirectos não há necessariamente uma medição direta dos tempos a partir da observação do trabalho, mas por meio de um sistema de análise no qual as tarefas são associadas a tempos predefinidos (como o MTM – *Method Time Measurement*, MOST – *Most Work Measurement System* ou BMT – *Basic Motion Time Study*). Abordar-se-á com mais detalhe o sistema MTM uma vez que é o sistema utilizado pela empresa na qual o projeto foi desenvolvido. Aft (2000) define-o como um procedimento que analisa qualquer operação manual (ou o método) de acordo com operações básicas requeridas para realizá-lo, atribuindo a cada movimento um tempo predeterminado (de acordo com a natureza e condições sob o qual é executado). O MTM/UAS, ou seja, Sistema de Análise Universal é uma variante desse sistema sendo direccionado sobretudo para a produção em série. Uma das

grandes vantagens é permitir determinar por exemplo, ainda numa fase de planeamento o melhor método de trabalho. Este tempo não é influenciado por causas exteriores como pode ocorrer quando se utiliza um aparelho de medição como o cronómetro. Repare-se que as falhas de exatidão eliminam-se pelo grande número de ciclos.

2.5.5.2 Balanceamentos

Balanceamento de uma linha refere-se à divisão do trabalho pelos operadores da linha de modo a atender ao *takt time*, sem *muri* e *mura*. Esta ação possibilita utilizar cada operador da melhor forma garantindo que nenhum espera ou trabalha demasiado (Team, 2002). A variação da procura e dos próprios processos pode contudo, conduzir a inexistência de balanceamento. Um rebalanceamento pode ser conseguido, a título de exemplo, adicionando capacidade a um processo através de horas extraordinárias, subcontratação ou por aluguer de equipamento (Jacobs & Chase, 2011).

Para balancear a linha deve-se começar por mapear o processo, indicando as operações e o número de operadores em cada posto, indicando o tempo de ciclo do processo. Deve depois elaborar-se um Gráfico de balanceamento de Operadores. A Figura 3 apresenta três gráficos deste tipo, em que o primeiro corresponde a uma linha não balanceada, o segundo à mesma linha após balanceamento, sendo o terceiro o gráfico de balanceamento de operadores já com melhorias implementadas.

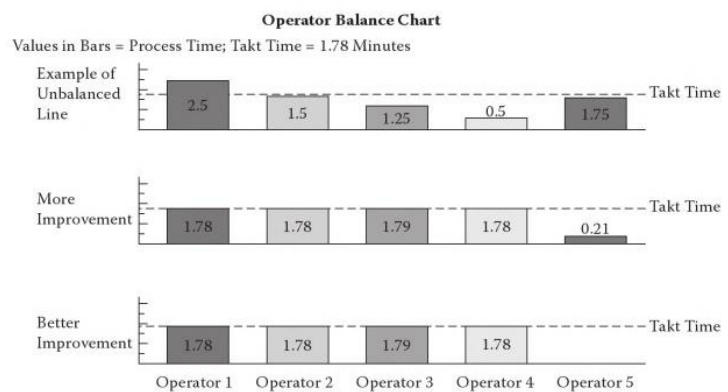


Figura 3 Exemplo de um Gráfico de Balanceamento de Operadores (Kerber & Dreckshage, 2011)

Note-se que o eixo das ordenadas (vertical) indica a variável tempo e o eixo das abcissas (horizontal) os operadores de cada posto. Relativamente ao *takt time* é representado pela linha horizontal a tracejado, sendo o valor das barras calculado pelo tempo total da operação. Este tipo de representação permite visualizar onde existem possibilidades de melhoria (Team, 2002). De modo a criar uma linha balanceada existe a condição de que cada operador deve executar as suas tarefas no *takt time*, sem tempos de espera, isto é trabalhar à capacidade máxima que o cliente exige. Em *Kanban for the Shopfloor* (Team, 2002) refere-se que caso não exista um balanceamento da linha, em situações de aumento da procura não existe flexibilidade por parte dos operadores para acompanhar as alterações.

2.5.5.3 Criação de Standards

A criação de *standards* e uniformização do trabalho consiste na criação de um procedimento com o qual todos concordem tratar-se do melhor método e sequência para executar um processo (Team, 2002). Estes procedimentos devem detalhar que tipo e quais as atividades que serão executadas por cada operador, garantindo que ninguém opera a peça num tempo superior ao *takt time*, garantindo o ritmo certo (Kerber & Dreckshage, 2011). Desta forma, a existência de um *standard* reduz a variabilidade da operação e é uma ótima base para o treino de operadores (Coimbra, 2009). Como refere Dennis (2007) estes documentos devem ser claros, simples e visuais, permitindo que as situações anormais sejam mais facilmente detetadas de modo a, logo que possível, ser implementada uma medida corretiva.

2.5.6 5S's

A ferramenta 5S's desempenha um papel fulcral no estabelecimento da cultura de melhoria contínua e controlo visual (*Team*, 1996). Note-se que a ferramenta 5S's consiste em cinco pilares fundamentais, cujos nomes em japonês começam pela letra S - *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

Segundo o *Lean Enterprise Institute* (2008), *Seiri* indica a necessidade de separar as ferramentas, objetos ou materiais necessários para o trabalho dos que não o são, eliminando estes. Após a identificação das ferramentas necessárias no posto de trabalho deve ser determinado o local onde serão arrumadas. O conceito de *Seiton* vai de encontro à ideia de organizar os objetos úteis do posto, assim todos têm um local definido e marcado que permite que seja utilizado e arrumado rápido e de forma simples (*Breyfogle*, 2003). Para além das condições anteriores, *Seiso* aponta para a limpeza e lavagem do posto de trabalho, equipamentos e ferramentas. Note-se que um posto e consequentemente uma empresa com elevado nível de limpeza é um bom cartão-de-visita para os visitantes, tendo como objetivo a confirmar os pontos anteriores, sobretudo a ordenação. *Seiketsu* refere a aplicabilidade do sistema 5S's a toda a organização de forma normalizada (*Breyfogle*, 2003). Finalmente *Shitsuke* remete para a disciplina. Desta forma após aplicação dos 5S's no trabalho, deve garantir-se a sua execução e seguir os princípios da melhoria contínua aspirando à redução de desperdícios. Repare-se que é considerada por muitos praticantes do Lean a existência de um sexto S referente à segurança (em inglês, *Safety*). Tal evidencia a necessidade de estabelecer e praticar procedimentos seguros na organização (*Lean Enterprise Institute*, 2008).

2.6 Logística de armazenamento de produto

Segundo *Ross* (2004) o sistema de armazenamento não é mais que um sistema de manuseamento de materiais cujo propósito é funcionar como um repositório facilitando o movimento de materiais ao longo da cadeia de valor, tornando-o eficiente e de baixo custo. Os princípios para um bom armazenamento incluem: uso eficiente e por baixo custo do espaço, do equipamento e equipa responsável pela manipulação do material; flexibilidade; boa organização e agilidade para responder a mudanças. Existem vários tipos de armazenamento ou supermercados, entre eles: estantes tipo *flow rack*, guias no solo para contentores com rodas e carrinhos e bordos de linha (*Coimbra*, 2009).

As estantes do tipo *flow rack* utilizam-se no armazenamento de pequenas caixas plásticas¹¹ que podem ser movimentadas manualmente (*Coimbra*, 2009). Possuem rolamentos e permitem que o contentor deslize, sendo abastecidas por trás e o produto retirado pela frente. Relativamente às vantagens, permite funcionamento FIFO, reduzem a necessidade de corredores e de manuseamento (pontos de entrada e de saída). As desvantagens a nível de custos da estrutura e da flexibilidade são apontados por *Ross* (2004). Em relação aos sistemas guiados, podem ser contentores com rodas médios e grandes e carrinhos com peças, com um formato simples, permitem manter uma linha em FIFO. Carrinhos e contentores com rodas permitem mover o material sem recurso a empilhadores, por exemplo. O bordo de linha diz respeito a uma infraestrutura de arrumação construída à volta do posto de trabalho, podendo funcionar por *kanbans* ou sequência (junjo) (*Coimbra*, 2009). Este tipo de sistemas caracteriza-se pela proximidade da entrada e saída de material.

¹¹ Peso menor que 12Kg quando carregadas.

A utilização de sistemas de armazenamento do tipo flow rack ou de supermercados próximos do posto de trabalho, por meio de pequenos contentores e por sistemas de fácil abastecimento, permite melhorar a gestão de *stocks*. Outros sistemas de arrumação podem ser fabricados pela própria empresa com base em elementos standard, criando formas de arrumação funcional que beneficiam o *picking*, eliminando o desperdício a nível da organização logística.

2.7 Sistema de Produção *Bosch* (BPS)

O sistema de produção da *Bosch* (BPS, *Bosch Production System*) apresenta uma estratégia para a fábrica que inclui seis elementos. Quatro descrevem o estado: premissas e objetivos globais; desenho do processo de atendimento de pedidos por mapeamento da cadeia de valor e *layout*; liderança e organização e pessoas. Os dois elementos restantes respeitam a implementação do plano: *Roadmap* (mapa que detalha planos para projetos ou atividades na planta) e o conceito de comunicação (que assegura que todos os envolvidos estão integrados e “puxam” na mesma direção).

A implementação do sistema divide-se em três fases essenciais: preparação, estabilização e otimização. A primeira reporta para a elaboração de um mapa da cadeia de valor (*VSM*, ver 2.5.1), definição de métricas e objetivos e *System CIP*¹². Na estabilização são usadas ferramentas como 5S's, gestão visual, *poka yoke*, TPM, nivelamento da produção e *Point CIP*¹³. Quanto à última fase relaciona-se com a criação de um *Layout* orientado para o fluxo, criação de trabalho *standard*, mudanças rápidas de ferramenta, controlo do consumo, envolvendo também o *Point CIP* e *System CIP*.

No BPS a produção por sistema puxado recorrendo ao sistema *kanban* é um dos principais elementos com funcionamento semelhante ao explicitado em 2.4. Relativamente ao sistema *kanban* a empresa define cores para cada tipo de *kanban*: amarelo para *kanban* de produção; azul refere-se ao *kanban* de transporte interno; branco indica o *kanban* de transporte peças de compra; verde para *kanbans* de produto acabado e finalmente rosa para *kanbans* de produto intermédio. Os campos de informações presentes no *kanban* são normalizadas na empresa e o cálculo do número de *kanbans* é igualmente *standard*.

A empresa parte da utilização de ferramentas como 5S's (segundo a *Bosch*, Organização, Identificação, Limpeza, Padronização e Disciplina), da criação de NIV's (normas de instrução visual) e IPQ's (instrução de produção e qualidade), utilização de ferramentas para resolução de problemas (FRP – Folha de resolução de problemas, OPL – Open Point List) com utilização do ciclo PDCA¹⁴, análise da Satisfação do cliente (designada M1) e dos níveis de qualidade (ppm's ou seja partes por milhão) de modo a identificar problemas, criar soluções e continuamente introduzir melhorias (*Bosch*, 2007).

¹² *System CIP* é uma abordagem holística para melhoria da cadeia de valor.

¹³ *Point CIP* foca-se no posto de trabalho ou linha estabilizando e melhorando os *standards* existentes. O conceito de *Point CIP* refere-se também a reuniões diárias de acompanhamento da produção (analisando desvios e melhorando continuamente os *standards* existentes) em cada secção da empresa.

¹⁴ PDCA, significa Planear (*Plan*), Fazer (*Do*), Verificar (*Check*) e Atuar (*Act*) e permite definir o estado de um problema.

3 Enquadramento do Problema

O projeto em questão foi desenvolvido em duas secções distintas: Pintura e Prensas. Como tal proceder-se-á à apresentação das duas secções em separado de modo a tornar mais clara a situação inicial.

3.1 Caracterização da situação inicial na secção de Pintura

A secção de Pintura é responsável pelo fabrico e posterior pintura da parte frontal do componente final, que será denominada ao longo do presente relatório por “frente”. As frentes representam a grande maioria das peças que são pintadas na secção, existindo contudo uma pequena percentagem de componentes de outros tipos. A secção pode produzir cerca de 250 frentes diferentes, produzindo-se diariamente em média 27 tipos de referências¹⁵. De forma a permitir uma melhor compreensão do processo na secção, proceder-se-á a uma breve apresentação dos equipamentos e modo operacional, incluindo algumas considerações acerca da matéria-prima e classificação do produto. Note-se pois que os produtos são classificados em tipo A ou tipo B¹⁶, com base na procura (como referido em 2.5.3). Como tal as referências com elevada procura (praticamente diária) são denominadas A’s. B’s são referências com menor procura e que exigem evidentemente menores quantidades ou frequência de produção.

A secção é constituída por duas zonas de armazenamento: um *buffer* no qual se coloca o produto em bruto e uma zona de armazenamento de produto acabado (frentes pintadas)¹⁷. Refira-se ainda que o transporte do produto é feito por meio de carros de dois andares (pequeno ou grande, dependendo da dimensão das frentes) e são identificados por meio de *kanbans* plastificados (de tipo permanente). Os carros têm rodas de modo a possibilitar maior mobilidade, permitindo que o operador efetue o transporte sem necessidade de equipamentos auxiliares. Note-se ainda que nas zonas de armazenamento existem sistemas de guiamento presos ao solo que permitem guiar os carros. Esses corredores são identificados por cliente final (*Pacemaker*) ou por referência, para produto de tipo A.

Inicialmente são introduzidas no processo platinas em chapa zincada com diferentes dimensões (de acordo com as dimensões finais do componente a executar), que são transformadas em “frentes em bruto” nas células de fabrico, passando posteriormente para a linha de pintura. As frentes são transportadas em carros de dois andares que são arrumados em corredores com guias de um dos lados. Refira-se que cada carro é acompanhado por um disco *kanban* (que quando retirado dá sinal de consumo) e por um *kanban* de produção plastificado que identifica o carro até ao cliente final. Refira-se que as principais famílias de produtos são: *Compact2* (correspondendo a mais de metade da produção total da secção), *Compact1*, *Clássicos*, *Ventilados* e *Caldeiras*.

No que diz respeito ao equipamento de produção existem células de fabrico de dois tipos: duas células de alimentação manual (células C1 e C2 – as células manuais como serão referidas ao longo do projeto) e duas linhas de fabrico automáticas (células C5 e C6 – que serão designadas por linhas automáticas).

¹⁵ Resultado da análise de produção da secção num período de 41 dias, contabilizando o número de referências diferentes que se produziam ao longo do dia.

¹⁶ Note-se que na presente secção não faz sentido referir referências C’s uma vez que o tratamento é o mesmo para todas as referências que não são A’s.

¹⁷ Ver *Layout* fabril inicial em [ANEXO B](#)

Relativamente às células manuais, estas são compostas por diversos equipamentos. Em cada célula existem duas prensas hidráulicas de 125 toneladas (uma para a execução de cortes e outra para estampagem), uma quinadora CNC de 50 toneladas (na qual se executa a quinagem das abas laterais), uma Máquina de Cantear (utilizada no acabamento dos cantos, para execução por exemplo de frentes prismáticas ou retangulares) e finalmente por um equipamento para execução de Acabamentos (no qual se processam algumas finalizações em frentes específicas). Através das duas células manuais com mudança de ferramentas é possível executar todas as referências de frentes (apesar de não terem capacidade a nível de disponibilidade para tal). É de frisar que nem todos os componentes passam por todas as máquinas da célula, refira-se a título de exemplo o caso da família *Compact*, que é maquinada apenas nas duas prensas e na quinadora ou da família dos *Clássicos*, que para além destes três equipamentos anteriores passa na máquina de Cantear. Note-se ainda que as células manuais apesar de apresentarem grande flexibilidade envolvem uma maior utilização de VT's¹⁸ (o dobro do necessário nas linhas automáticas).

Nas linhas automáticas, é possível obter uma frente completa. Estas linhas são constituídas por: zona de carga de platinas (através de um sistema de ventosas), uma prensa de corte e uma prensa de estampar, zona de quinagem e finalmente uma zona de descarga (através de uma rampa que permite retirar o produto acabado). Apesar da elevada produtividade (aproximadamente quatro vezes superior à das manuais) estas células são dedicadas à execução de uma família de frentes específica – *Compact2* no caso da linha automática C6 e *Clássicos* de 10 Litros na linha automática C5. De acordo com o balanceamento inicial existe um ou dois operadores em cada célula manual e um operador na linha automática C6. Na linha C5 não está designado nenhum operador exclusivo sendo o Responsável de Equipa ou um dos operadores das manuais a ocupar o posto, uma vez que a procura do produto da linha é menor. Finalmente proceder-se-á a uma breve descrição do equipamento de Pintura electrostática. A Tabela 1 mostra as etapas do processo executado pela máquina.

Tabela 1 Identificação das zonas da linha de pintura e tempos do processo

Zona	Designação	Função
1	Pré-Lavagem das frentes	Lavagem das peças através de 4 banhos consecutivos
2	Túnel de secagem	Estufa
3	Pintura Electroestática	Deposição de tinta em pó, através de 12 pistolas de projeção de pó que adere à superfície das frentes de modo electroestático
4	Túnel de Polimerização	Estufa de polimerização da tinta a uma temperatura aproximada de 180 °C
5	Arrefecimento	Arrefecer peças para descarga por operador (cerca de 15 minutos)

Repare-se que as frentes podem ser pintadas de branco ou cinza, sendo contudo 98% das frentes brancas e os restantes 2% correspondentes a cinza. É importante referir que a deslocação das frentes ao longo da máquina é feita por um transportador constituído por 275 suportes rotativos nos quais são suspensos pendurais (suportes metálicos nos quais se colocam as frentes), com dois postigos cada um (acessório colocado no pendural que suportam

¹⁸ VT – Operador ou tempo do operador que está efetivamente a produzir valor (também designados de colaboradores diretos). É de indicar que um NVT é toda a estrutura de apoio à produção (responsável operacional, responsável da Secção, entre outros – colaboradores indiretos)

diretamente a frente). Apenas o processo de pintura, desde a colocação das frentes nos pendurais até à descarga, tem uma duração aproximada de uma hora e quinze minutos. Associados a este equipamento existem dois postos, a Carga e Descarga. O processo de Carga corresponde à colocação das frentes nos pendurais e a Descarga à remoção das frentes, inspeção visual e posterior colocação na área de armazenamento para o *picking* de material para os *Pacemakers* (cliente interno da secção).

3.1.1 Organização

Em cada turno existe um Responsável de Equipa que apoia e planeia a produção, gere os recursos e entre outras tarefas, faz a manutenção preventiva a alguns equipamentos. A produção é assegurada por uma equipa de operadores em cada turno: um operador logístico, um operador na Carga e um ou dois na Descarga; um ou dois operadores na célula manual C1; um ou dois operadores na célula manual C2 e um operador na linha automática C6.

O número de operadores em cada turno e a sua distribuição pelas células manuais define-se pelas necessidades diárias dos *Pacemakers*. Os *Pacemakers* “definem o passo para todos os processos que o fornecem” (Rother & Shook, 2003). Na empresa em questão o passo é ditado pelas secções de montagem final dos produtos, uma vez que o seu planeamento condiciona e define o das restantes secções produtivas. Distinguem-se três linhas finais de montagem, quatro células finais e uma linha específica na qual as peças do esquentador são embaladas e enviadas para outras empresas do grupo para posterior montagem. Como tal o balanceamento da secção é sempre dependente do cliente final, trabalhando-se diariamente com produções intermédias¹⁹. Assim sendo, é necessário trabalhar no cenário de maior produção para garantir que se satisfazem as necessidades do cliente, evitando que os *Pacemakers* parem por falta de produto.

3.1.2 Fluxo de Informação e Materiais

“O objetivo do mapeamento da cadeia de valor é interpretar o que se passa e criar um entendimento comum para as partes interessadas” (Coimbra, 2009). Como tal para simplificar a compreensão do processo e dos fluxos considera-se relevante a introdução do mapa da cadeia de valor para a secção, na Figura 4, procedendo-se de seguida a uma descrição do funcionamento da secção a nível do fluxo de materiais e informação (ampliado em ANEXO C).

¹⁹ Produções intermédias, entre a produção máxima e a mínima da secção

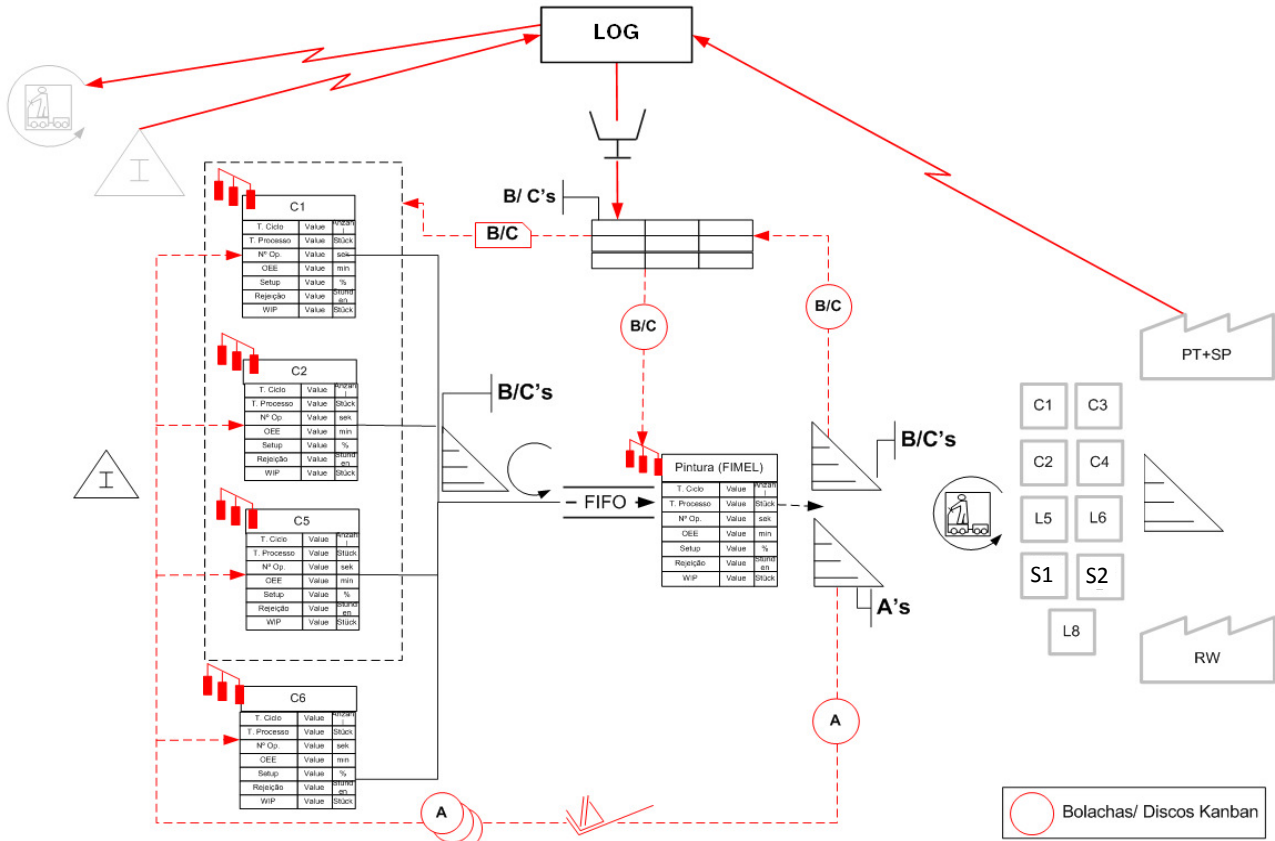


Figura 4 Mapa inicial da cadeia de valor do Processo da Pintura (Fabrico e Pintura)

Diariamente a logística (LOG) fornece às secções a informação de forma eletrônica das encomendas e do planeamento dos *Pacemakers* para o dia seguinte.

De acordo com a classificação ABC do produto existem dois tipos de sistemas de produção implementados. As referências de elevado consumo (tipo A) funcionam na teoria num sistema de produção puxada em supermercado, não se verificando no entanto algumas regras de sistema com supermercado (ponto abordado em 2.4). Quanto às referências de menor consumo (tipo B) funcionam num sistema de produção puxada em sequência de acordo com as necessidades do cliente final. Na secção está portanto implementado um sistema de produção puxada combinada, conjugando os dois tipos de produção. Como refere *Smalley* (2004) a combinação dos sistemas é vantajosa mesmo em situações em que a procura é variável e complexa. Refira-se ainda que estes sistemas são controlados através de um sistema *kanban* que permite a gestão do stock, por meio de *kanbans* de produção plastificados cuja função é identificar o carro e sinalizar a sequência a produzir e por *kanbans* de remoção. Os *kanbans* de remoção correspondem a discos metálicos que sinalizam que o produto foi removido da secção para abastecer os *Pacemakers*. O facto de serem metálicos permite que acompanhem as frentes ao longo do processo de pintura (que contém a estufa). Os discos têm indicação de cliente final (designação do *Pacemaker*) ou referência do produto (referências tipo A).

O planeamento da produção é uma tarefa diária que exige a programação de fabrico das frentes e planeamento da sequência de Pintura. O planeamento do fabrico corresponde à atribuição e definição do plano das células manuais e linha automática C5²⁰. Quanto ao planeamento da Pintura refere-se à definição da sequência pela qual o produto será colocado no equipamento de Pintura.

²⁰ A célula automática C6 não funciona com produção planeada, mas sim por necessidades do supermercado de frentes pintadas como será referido mais adiante.

Começa-se por referir as referências classificadas como tipo B ou seja produto de menor procura. As referências tipo B funcionam num sistema puxado sequencial, sendo que a produção é feita com base nos pedidos do cliente. Quando o plano de cada *Pacemaker* é fornecido, o Responsável de Equipa procede à programação da produção. A [Figura 5](#) é um exemplo de um dos planos dos *Pacemakers*, no caso da célula final C1 (um plano por *Pacemaker*). Repare-se que informações como a referência, quantidade, campo de sequência (indicando a hora prevista a que o cliente necessita do produto - Hora cliente, 06:00h para a primeira e 06:22h para a segunda), campo ABC (indicando os produtos tipo A) e a data de fim programada surgem no plano de cada cliente interno.

CT	Ord	Pri	Ordem	Material	Texto breve material	Qtd.teór.	SEQUÊNCIA	Tipo ordem	Centro	UM	ABC	Fim prog.
871C1			905171651	431-056	Frente 10	16	060000	AV01	8370	UNI	A	07.11.2012
871C1			905171413	431-068	Frente 10	48	062222	AV01	8370	UNI	A	07.11.2012
871C1			905170856	431-058	Frente 13	16	060000	AV01	8370	UNI	A	07.11.2012
871C1			905171566	431-072	Frente P.16	32	1070844	AV01	8370	UNI		07.11.2012
871C1			905171128	431-072	Frente P.16	16	1073200	AV01	8370	UNI		07.11.2012
871C1			905171103	431-060	Frente P.W400	16	1075122	AV01	8370	UNI		07.11.2012
871C1			905171242	431-056	Frente 10	64	1075450	AV01	8370	UNI	A	07.11.2012
871C1			905171503	421-723	Frente P. W250	48	1091224	AV01	8370	UNI		07.11.2012
871C1			905171618	431-056	Frente 10	64	1095055	AV01	8370	UNI	A	07.11.2012
871C1			905171605	431-068	Frente 10	32	1101035	AV01	8370	UNI	A	07.11.2012
						352				UNI		

Figura 5 Exemplo de tabela com o planeamento de um Pacemaker

Com base nesses planos e partindo de algumas regras para redução de tempo de mudança de ferramenta e tendo em conta a limitação dos equipamentos relativamente ao fabrico de algumas referências define o plano de fabrico. De forma a permitir a gestão visual do planeamento e controlar a produção existe um Quadro na secção que, de um lado permite o planeamento do Fabrico e do outro, da Pintura (como retrata a [Figura 7](#) e [Figura 6](#)).

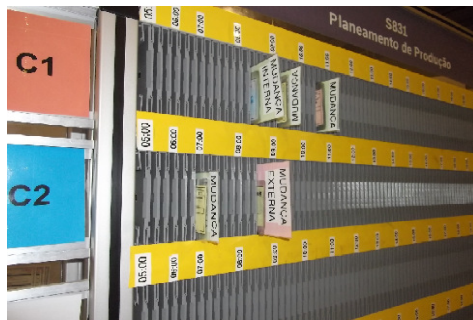


Figura 7 Quadro de Planeamento do Fabrico

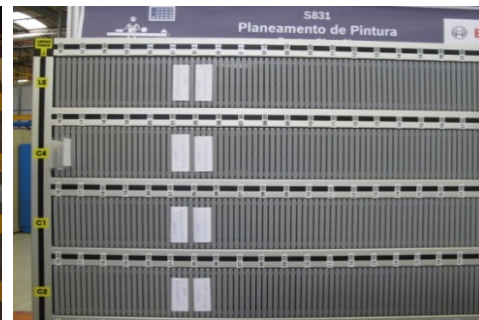


Figura 6 Quadro de Planeamento da Pintura



Figura 8 Biblioteca de kanbans

O Responsável de Equipa seleciona os *kanbans* plastificados guardados na biblioteca de cartões ([Figura 8](#)) e procede à sua colocação no Quadro. Nesta tarefa verifica-se grande desperdício de processamento (sem valor acrescentado), uma vez que os *kanbans* não estão organizados por referência e o colaborador necessita de algum tempo para os localizar.

Note-se também que tem que ter cartões em duplicado para cada um dos lados do quadro. Após separação dos *kanbans*, com base no plano que definiu, organiza os cartões e insere-os nas ranhuras do Quadro. Para o fabrico organiza-os por célula manual inserindo-os por ordem a partir da hora de início da produção e coloca os *kanbans* para a linha automática C5 diretamente no sequenciador da célula (devido ao reduzido número de referências). Por outro lado para a Pintura, os *kanbans* são inseridos na ranhura com indicação horária correspondente a, no mínimo, menos cinco horas que a Hora do Cliente

indicada no plano. Como tal, se a Hora do Cliente de uma referência indicar 17 horas o *kanban* deve ser inserido na ranhura das 12 horas. Este método garante que o produto é entregue ao cliente interno sem paragens por falta de material (contabilizando o tempo de fabrico, pintura e garantindo uma margem de segurança). O operador após terminar o ciclo (um carro) transporta o produto até ao *buffer*, e quando não tem mais *kanbans* para fabricar passa no Quadro e retira os próximos.

Relativamente às referências de tipo A, como referido, funcionam num sistema de produção puxado de acordo com as necessidades do “supermercado”, ou seja, por reposição. Repare-se que este “supermercado” surge entre aspas, uma vez que uma das condições para se considerar uma zona de armazenamento deste tipo não se verifica – o FIFO. Não existe portanto plano definido para produção, sendo a ordem de fabrico resultado da construção de lote por meio dos discos *kanban*. O fluxo de informação a nível da construção de lote e entrega da caixa com os respetivos discos é feito pelo operador logístico. É de salientar que, assim que é dada ordem de produção, o operador termina o ciclo que está a executar (finaliza o carro) e de imediato procede à mudança de ferramenta para o fabrico do lote de referência A (pela sequência de “chegada”).

Após o fabrico dos componentes, os operadores colocam, como indicado, os carros de produto em bruto num *buffer* (de produto em bruto ou intermédio) pela ordem que produzem. Note-se que a ordem não é necessariamente a da sequência de Pintura (e dos *Pacemakers*). Tal deve-se ao facto de com o fim de reduzir o tempo empregue em mudanças de ferramenta o RE agrupar referências iguais de *Pacemakers* diferentes, cuja ordem no plano não é necessariamente a mesma. Deve ser tido também em conta que existem duas células manuais, não garantindo que as referências de um *Pacemaker* sejam todas fabricadas na mesma célula.



Figura 9 Guia para colocação de carros em sequência na Zona de Carga

Neste ponto o operador logístico tem importante impacto na secção uma vez que é o responsável pelo funcionamento do fluxo de materiais e informação. Na Zona de Carga da linha da Pintura, partindo do Quadro de Produção de Pintura o operador logístico garante que a sequência de carregamento das frentes tipo B satisfaz as necessidades das linhas finais. Para tal é de sua responsabilidade a colocação e sequenciação dos carros na guia de produto para carga (Figura 9).

Para estas referências consulta o Quadro de Pintura, verifica qual a próxima frente a ser carregada e confirma se existem discos *kanban* no compartimento do cliente interno. Repare-se que estes discos correspondem ao número de espaços para armazenamento disponíveis por corredor na zona de frentes pintadas²¹. A inexistência de discos indica que o local de armazenamento para esse cliente está completo, deve então verificar-se qual a próxima referência a ser carregada. As referências do tipo A são prioritárias e colocadas na guia para Carga assim que produzidas (exceto casos em que se verifique que existem referências B's, com disco *kanban* do cliente, e estão a atingir a hora limite para pintura²²). É precisamente o operador logístico que retira os

²¹ Para algumas referências com um só corredor guiado para arrumação de frentes, são contudo colocadas em circulação na secção discos extra (um ou dois) de forma a ativar mais rapidamente o fluxo de informação e evitar rutura de stock

²² A Hora limite de Pintura refere-se à hora máxima a partir da qual se não se colocarem as frentes na máquina de Pintura pode haver risco de rutura de *stock* conduzindo a uma paragem da célula ou linha final. Normalmente é cerca de 2 horas antes da hora em que o cliente vai consumir o produto (hora indicada no plano diário das células/ linhas finais).

carros da zona de frentes em bruto, na qual estão acondicionadas em carros e as coloca na guia para Carga na linha, retirando em simultâneo os carros vazios e transportando-os para a zona definida no *buffer* de produto em bruto. Sublinhe-se que o disco *kanban* é colocado no suporte do carro juntamente com o *kanban* plastificado.

Atentando no processo de Carga das frentes, começa-se por retirar o *kanban* plastificado e coloca-lo no sequenciador da Carga²³, permitindo determinar o tipo de frentes que está dentro da linha a qualquer momento. O operador coloca o disco no suporte do primeiro pendural (estrutura de suporte das peças ao longo da linha, permitindo o transporte de duas peças cada) a partir do qual coloca as frentes. A carga é feita com duas frentes por pendural.

Depois de aproximadamente 75 minutos de ser colocada na máquina, a frente passa na zona de Descarga. O operador do posto de Descarga retira o disco *kanban* do primeiro pendural, coloca-o no suporte do carro juntamente com o respetivo *kanban* plastificado (já colocado pelo operador logístico que o retira do sequenciador existente entre os dois postos). Em seguida remove uma frente do suporte e faz a inspeção visual (de acordo com uma especificação interna da empresa) numa frequência de aproximadamente 14,4 segundos por cada duas frentes. Esta inspeção inclui a verificação das três faces exteriores do produto: zona frontal e duas laterais, verificando a conformidade (ausência de sujidade, crateras, falta de tinta, riscos), carimbando a frente em caso afirmativo. É necessário depois proceder à arrumação das frentes no carro já identificado pelo *kanban* plastificado. O operador logístico é responsável pela colocação de dois carros vazios na zona de Descarga e transportes de dois carros completos até ao respetivo corredor de arrumação. Note-se que esta zona de armazenamento de frentes pintadas (ou produto acabado, PA) é constituída por várias filas paralelas identificadas por designação do *Pacemaker* (para referências B's) e por referência (A's).

O fluxo de informação a nível dos consumos de produto na área de armazenamento de frentes pintadas é feito por meio dos discos *kanbans*, como referido. Assim que o *Milk Run*²⁴ retira um carro de frentes deixa o disco *kanban* na secção dando informação de consumo de produto. Para tal recorre a uma calha com uma ranhura que permite a colocação do *kanban* descendo por gravidade até uma caixa onde é recolhido pelo operador logístico (confirma regularmente se tem discos). Caso se trate de uma referência tipo A, o operador logístico transporta os discos até um Posto Logístico na secção, para construção de lote, verificando regularmente se existem lotes completos e, caso existam, movimenta a caixa de construção de lote até à respetiva célula de produção. Se o disco corresponde a uma referência tipo B, com indicação do *Pacemaker*, coloca-o no Quadro de Planeamento da Produção para posterior utilização.

A mudança de pendurais e postigos é muito importante para a qualidade do produto, uma vez que suportes com excesso de tinta ou empenados podem conduzir a defeitos na pintura por criarem um mau posicionamento do componente. O operador logístico, com apoio de um dos operadores da Descarga, é responsável por esta mudança (caso necessário). Refira-se ainda que a mudança pode estar associada também a alterações de modelo, existindo na secção quatro tipos diferentes de pendurais e dois tipos de postigos. Neste ponto repara-se que a zona

²³ Sequenciador da Carga – É um objeto plástico com divisórias, localizado na esquina entre a Carga e Descarga no qual se colocam os cartões *kanban* pela ordem em que são carregados (sentido direita para a esquerda) sendo depois transferidos pelo operador logístico para o lado da Descarga na mesma ordem para posterior colocação nos carros de frentes pintadas.

²⁴ *Milk Run (Cyclic Material Supply)* - Sistema de recolha (*picking*) e entrega de componentes que segue uma rota definida, de forma a minimizar o tempo despendido em transportes e os níveis de *stock*.

de arrumação de pendurais e postigos é deficiente, assim como o registo e informação de não conformidades, bem como a especificação do tipo de pendural e postigos para cada família de produto, verificando-se oportunidades de melhoria a esse nível.

3.2 Caracterização da situação inicial na secção das Prensas

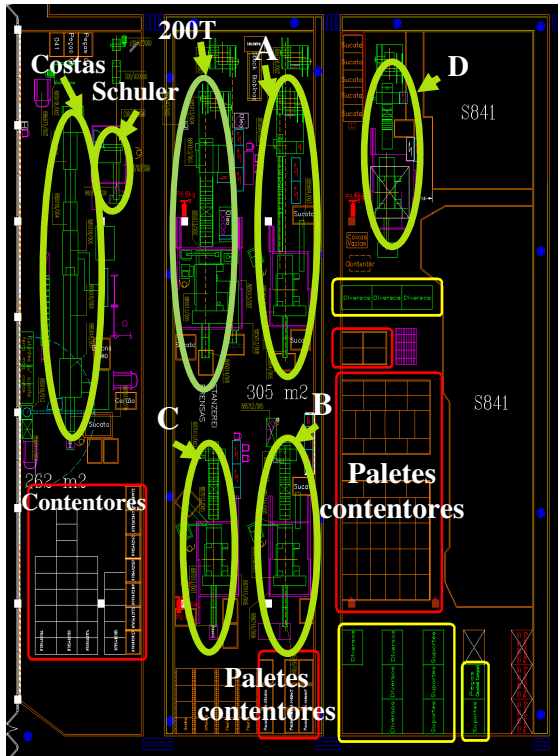


Figura 10 Layout inicial da Secção 822

A secção das Prensas é uma das secções produtivas da empresa, na qual é produzida grande percentagem das peças metálicas estampadas utilizadas nas pré-montagens e montagens finais (exceto peças de cobre). Para além destas, cerca de 30% dos componentes são enviados para outras empresas do grupo para futuras montagens. De forma a fazer-se uma melhor leitura da situação considerou-se relevante a inclusão do *Layout* da secção S822 presente na Figura 10 (ver ampliado em ANEXO D). Proceder-se-á inicialmente a uma descrição dos equipamentos utilizados na secção: cinco prensas mecânicas da marca *Haulick*, quatro com força de 125 toneladas (denominadas por *Haulick A*, *B*, *C* e *D* – sendo *A*, a mais antiga e *D* a mais recente) e uma com força de 200 toneladas; uma prensa mecânica da marca *Schuler* com força de 63 toneladas e uma linha de produção (contém zona de perfilar, cortar e estampar) da *Nagel* (indicada na figura

como *Costas*), utilizada na execução das Costas dos aparelhos. Alimentadores automáticos de banda de chapa fornecem a matéria-prima a cada prensa, após as transformações necessárias obtêm-se os componentes numa só passagem.

É importante referir que os equipamentos apresentam uma cadência de produção entre 30 a 150 peças/minuto. Este intervalo relaciona-se com o tipo de peça e complexidade. Relativamente às prensas, é de notar que as prensas *Haulick B* e *C* são máquinas dedicadas, ou seja, cada uma produz uma referência específica (durante todo o tempo disponível). Esta situação prende-se o facto de serem componentes de elevada procura, optando-se por um sistema de produção contínua evitando perdas em mudanças de ferramenta. Estas máquinas são automáticas, possuem sistemas de contagem e precisam de intervenção para executar a troca da embalagem assim que está completa e no caso de manutenção, eventuais avarias ou paragem do equipamento. A máquina *Haulick A*, apesar de na teoria não ser dedicada, é utilizada a maior parte do tempo na produção de uma referência específica.

As prensas que produzem maior número de referências são a *Haulick 200T* e a *Haulick D*, sendo portanto nestes equipamentos que se verifica o maior número de mudanças diárias. Esta situação está obviamente relacionada com o facto de as restantes serem dedicadas. Atualmente são feitas muito mais mudanças de ferramenta de forma a evitar acumulação de *stock*, produzindo o essencial quando necessário.

3.2.1 Organização

Na presente secção existe igualmente um Responsável de Equipa em horário geral e acompanha, portanto, dois turnos de trabalho parcialmente. A este colaborador estão também atribuídas outras tarefas tais como preparações para mudança de ferramenta, apoio nos equipamentos, controlo da organização do supermercado e do Quadro de *kanbans* (referido em seguida), planeamento da produção e das mudanças de ferramenta, estando igualmente encarregue do fabrico na prensa *Schuler*. A secção funciona em três turnos com equipas de operadores. Estes, relativamente aos equipamentos, podem ser de dois tipos: dedicados ou não. Os operadores dedicados à máquina, executam mudança de embalagem, arrumação das peças em caixa ou contentor (caso necessário) e trabalham em apenas um equipamento. Na secção existe um operador não dedicado que assegura o funcionamento de dois equipamentos de elevada cadência, efetuando mudança de contentor (em peças a granel). Qualquer operador, caso tenha disponibilidade, pode auxiliar em mudanças de ferramenta ou de matéria-prima.

3.2.2 Fluxo de Informação e Materiais

De modo a compreender o funcionamento do fluxo de informação e materiais considerou-se relevante a utilização de uma das ferramentas *Lean* que permitem visualizar de modo simplificado os processos da secção por meio de um diagrama – o VSM (mapa da cadeia de valor do processo). Para a secção já havia sido desenhado o mapa da cadeia de valor, contudo numa análise pormenorizada reparou-se que não correspondia ao estado da secção no momento e continha alguns erros a nível de simbologia e organização. Como tal foi necessário redesenhar o mapa de forma a retratar a situação atual da secção em análise. O excerto²⁵ do mapa da cadeia de valor pode ser visualizado na [Figura 11](#).

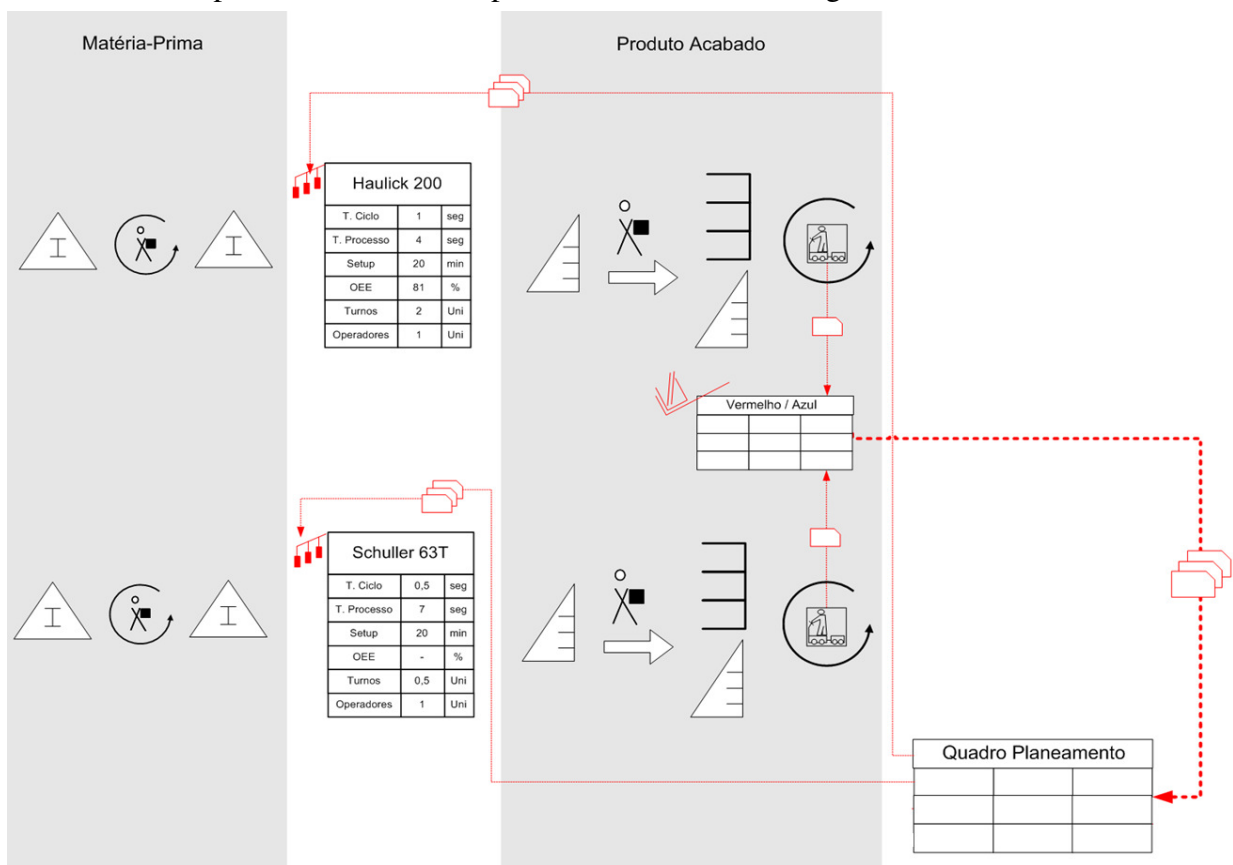


Figura 11 Excerto do mapa da cadeia de valor do Processo das Prensas *Haulick 200T* e *Schuler*

²⁵ O VSM pode ser visualizado no integral em [ANEXO E](#)

Note-se que o diagrama refere-se aos equipamentos *Schuler* e *Haulick 200T* sendo o funcionamento semelhante para a *Haulick D* e *A*. É possível verificar no mapa algumas características relevantes, por exemplo: Tempo de Ciclo, Tempo de *Setup* (tempo médio de mudança de ferramenta), Eficiência do equipamento (OEE²⁶), Turnos e N° de operadores. Refira-se desde já que todos os valores apresentados são médias dos dados fornecidos²⁷. Começa-se então pela descrição do sistema implementado para o funcionamento da secção e para os produtos obtidos nestes equipamentos.

A secção tem uma zona de armazenamento de matéria-prima (na [Figura 11](#), indicado por “Matéria-Prima”) na qual se colocam as bobines de material que pode ser fita zincada, aluminizada, alumínio ou *inox*. O material é transportado até à zona de abastecimento da máquina (zona do alimentador) através de uma ponte rolante controlada por um operador.

Todos os produtos são identificados com uma etiqueta de produção (com indicação do operador, data, referência e quantidade de peças contidas na embalagem). Note-se que as referências podem ser fabricadas em mais do que um equipamento, contudo de modo a simplificar o processo de planeamento, e não haver necessidade de fazer afinamentos a nível do curso por exemplo, foi definido um equipamento de fabrico para cada referência. Os produtos são agrupados em famílias. Segundo *Smalley* (2004) uma família de produtos é um conjunto de produtos que passa por etapas de processamento semelhantes e pelo mesmo equipamento. Existem portanto no momento 10 famílias de produto já definidas, atendendo a situações como partilha da mesma ferramenta base, com desativação de um ou mais utensílios, substituição de um módulo da ferramenta ou com alteração apenas do tipo de matéria-prima, em casos em que as peças são simétricas (peça esquerda e direita). Tal permite simplificar e reduzir desperdício na mudança de ferramenta.

Atualmente existe uma classificação ABC do produto (ver [2.5.3](#)) com base nos consumos no período de Fevereiro a Junho. A avaliação foi executada para cada máquina, uma vez que os equipamentos não são iguais, apresentam diferentes características quer a nível das quantidades produzidas e tipo de peça. Esta classificação tem como objetivo definir o tratamento a dar a cada tipo de produto, contudo, a avaliação feita permitiu redimensionar as quantidades de produto sendo o modo de funcionamento da produção igual para todos os tipos de componentes. A [Tabela 2](#) permite verificar essa distribuição.

Tabela 2 Quantidades de Referências de tipo A, B e C para cada equipamento da secção das Prensas

Equipamento	Ref. A	Ref. B	Ref. C	Total
<i>Haulick A</i>	6	0	2	8
<i>Haulick B</i>	1	0	0	1
<i>Haulick C</i>	1	0	0	1
<i>Haulick D</i>	12	7	17	36
<i>Haulick 200T</i>	7	17	28	52
Costas	1	3	3	7
Schuler	4	4	26	34
Total				139

Na secção está implementado um supermercado em sistema puxado de produção, controlado por *kanbans*. O *kanban* contém informação da referência, local de armazenamento, secção onde é produzido, quantidade e tipo de embalagem²⁸ de produto contém um

²⁶ OEE – sigla em inglês de *Overall Equipment Efficiency*

²⁷ Note-se que o período de análise diz respeito aos meses entre Janeiro a Novembro de 2012 incluindo.

²⁸ Embalagem neste sentido corresponde a caixa plástica ou contentor

cartão *kanban* e posteriormente é arrumada nas zonas de armazenamento da secção. Quando um *Milk Run* retira uma caixa do supermercado de produto acabado, coloca o cartão no Quadro de *kanbans*, no qual vão ficando, até ser atingido o número predeterminado de cartões (Vatalaro & Taylor, 2003). Na secção existem dois Quadros deste tipo, designados por Caixa de construção de lote para colocação dos *kanbans* para as referências dos quatro equipamentos, como visível na Figura 12.



Figura 12 Quadro de construção de lote para a Secção das Prensas

Os quadros são constituídos por zonas delimitadas por família (a azul) e com identificação do número de *kanbans* e da referência (a amarelo). A quantidade de *kanbans* foi definida pela aplicação da ferramenta *BPS* para o efeito. Como indicado, o *Milk Run* é responsável pela introdução de *kanbans* nas ranhuras do Quadro, assinalando que existe necessidade de repor *stock*. Cada cartão que é colocado na caixa de construção de lote indica que uma embalagem foi consumida, desta forma quando todos os espaços ficam preenchidos fica dada uma indicação de que se deve produzir um

novo lote (constituído pelo total de *kanbans* possíveis de colocar na zona marcada). A passagem da informação é assegurada pelo Responsável de Equipa que regularmente verifica se existem lotes completos, colocando numa caixa o conjunto de *kanbans* e transportando-a até à zona do Quadro de Planeamento da Produção (referido já em seguida). Neste ponto é essencial referir que o RE deve ainda confirmar, no caso da referência com lote completo pertencer a uma família de produtos, se alguma das referências da mesma já atingiu 50% do número de *kanbans* do lote. Esta ação tem como objetivo reduzir os tempos de mudanças de ferramenta, uma vez que entre famílias de produtos é menor, devendo em seguida fazer o transporte para planeamento.

Quando há sinalização de produção, o planeamento desta é feito de acordo com os cartões retirados do quadro de construção de lote, como referido. Na secção existe um Quadro de Planeamento de produção (presente na Figura 13) com indicação horária, com filas por equipamento. Este quadro tem como objetivo planear um horário de produção e operadores responsáveis por cada equipamento, bem como as operações externas²⁹ a realizar, horário de produção e operadores responsáveis por cada produção por equipamento.



Figura 13 Quadro de Planeamento da Produção na secção das Prensas

As operações externas, como preparações para mudanças de ferramenta devem ser executadas uma hora antes do início de produção podendo ser efetuadas pelo operador da máquina (caso a peça seja acondicionada em contentor a granel) ou por um operador auxiliar (caso o operador esteja dedicado à máquina). O RE coloca então uma placa com identificação da referência a produzir na fila do respetivo equipamento com indicação do nome dos responsáveis pelas operações externas e

²⁹ Operações que podem ser executadas com a máquina em movimento ao contrário das internas que exigem que a máquina esteja parada.

por operar a máquina (também responsável pelas operações internas). Assim que termina o planeamento, as caixas são colocadas no sequenciador da máquina pelo Responsável. É de salientar que cada máquina tem um sequenciador em rampa no qual as caixas com os *kanban* são colocadas pela sequência de produção.

Após o equipamento executar todas as transformações necessárias para produzir a peça, estas vão sendo colocadas em embalagens ou contentores. O operador agrupa determinada quantidade (variável de acordo com as dimensões e quantidades) e transporta-as para as zonas de armazenamento (referidas em detalhe mais à frente) por meio de um porta-paletes.

Repare-se que o regime de supermercado em sistema puxado funciona para todos os tipos de referências, tendo efeitos negativos a nível das referências tipo C, uma vez que têm um consumo menos frequente e nem sempre há necessidade de produzir assim que o produto é consumido. Esta situação que equivale a um *stock* de segurança, conduz à criação de *stock* excessivo (aumento de custos e de área ocupada).

Em relação às prensas *Haulick B* e *C* o sistema de produção é dedicado uma vez que o produto é de elevado consumo e abastece quase diretamente a secção dos Queimadores, sendo transportadas para a secção de destino várias vezes ao dia por meio de um empilhador. Quanto à linha das Costas, existe uma Caixa de Construção de Lote dedicada apenas a estes produtos e o funcionamento é semelhante ao explicitado, ou seja, um supermercado em sistema puxado de produção (ver ANEXO E em detalhe).

Ainda em relação aos equipamentos *Haulick B* e *C*, algumas alterações estão a ser feitas em relação às zonas de armazenamento do produto, de modo a libertar espaço para introdução de novos produtos e projetos. Em seguida apresenta-se um excerto do mapa desenvolvido contemplando as alterações que estão em fase de implementação para as prensas *Haulick B* e *C* (flautas e chapa difusora, respetivamente) relativas à arrumação do *stock* na secção dos Queimadores. O mapa da Figura 14 apresenta as alterações já executadas na secção para estas máquinas. Passa-se depois a uma descrição geral do acondicionamento e armazenamento dos componentes na secção.

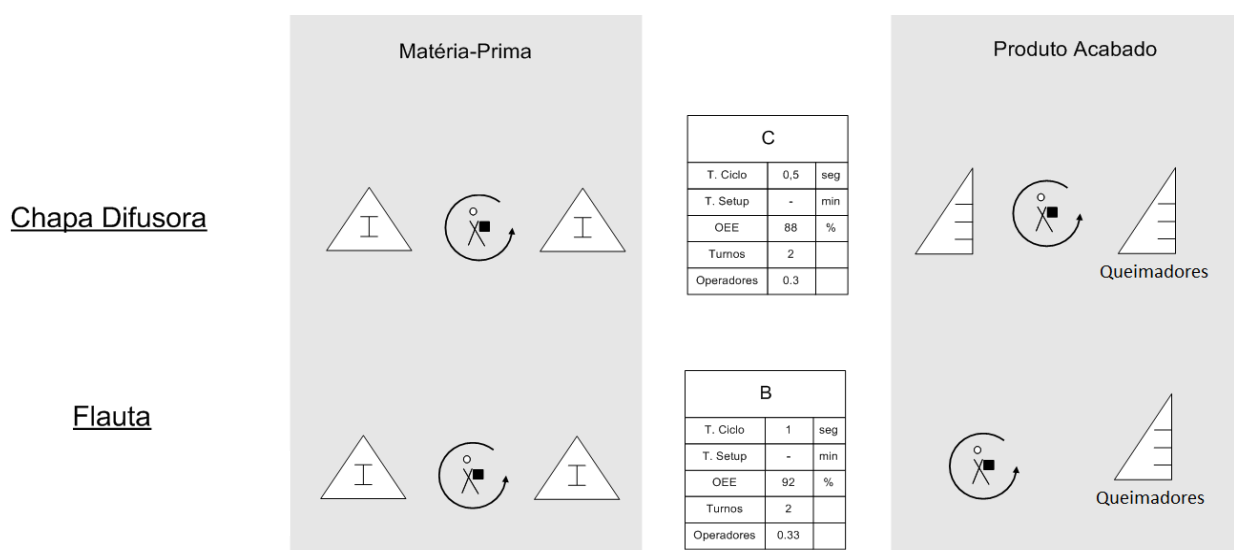


Figura 14 Mapa da cadeia de valor do Processo das Prensas *Haulick B* e *C*

3.2.2.1 Acondicionamento e Armazenamento dos componentes

Após o fabrico dos componentes estes são colocados em diversas áreas da secção. Estes componentes são acondicionados em diferentes embalagens para o cliente interno como é mostrado na Figura 15.



Figura 15 Embalagens para colocação dos componentes produzidos na secção das Prensas

As imagens surgem numeradas referindo-se cada uma delas a um tipo de embalagens:

- [1] Caixas plásticas normalizadas (de várias dimensões)
- [2] Contentores metálicos (para uma referência específica)
- [3] Bobines³⁰ (caso das chapas difusora)
- [4] Contentores de rede (peças a granel ou organizados) – com divisão (figura da direita) ou sem divisão a meio (figura da esquerda).

Atentando novamente no ANEXO D (*Layout* inicial da secção), verifica-se que grande parte da área da secção é para armazenamento de produto acabado, acarretando custos muito elevados. Note-se que se produzem diariamente cerca de 350.000 produtos sendo necessária área para os acomodar. Antes de mais é relevante identificar as principais estruturas de arrumação das embalagens, presentes na Figura 16. Repare-se que os contentores são por si só uma estrutura de arrumação que é depois colocada numa área específica (para as Costas em sistemas de guiamento com rolamentos e os restantes diretamente no solo em zonas marcadas).

³⁰ Bobine – As chapas difusoras no processo de estampagem não são completamente separadas, assim ao sair da máquina por meio de um enrolador formam uma bobine. Apenas são separadas na secção de destino por meio de um equipamento próprio.

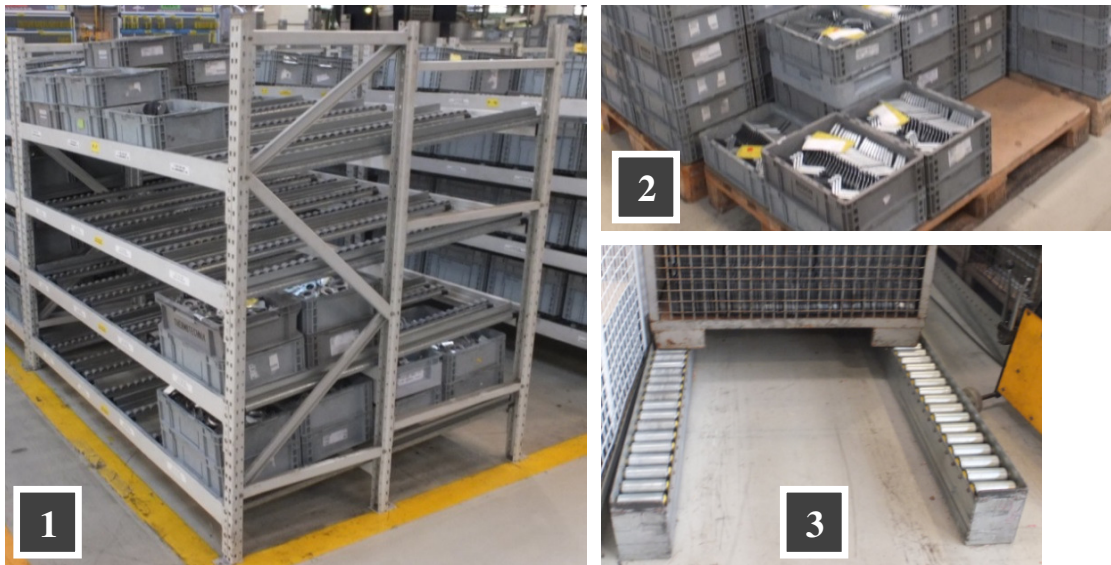


Figura 16 Estruturas de armazenamento das embalagens de componentes

Deste modo, podem distinguir-se:

- [1] Estantes metálicas (para armazenamento de caixas de plástico)
- [2] Paletes normalizadas (para colocação de caixas de plástico)
- [3] Estruturas de guiamento para contentores (para colocação de contentores, para as costas do equipamento exclusivamente).

Relativamente às estantes metálicas ocupam uma área de $2,2 \text{ m}^2$, medem 1,5 metros de altura e suportam caixas de várias dimensões, as prateleiras permitem grande divisão entre os produtos uma vez que cada prateleira pode conter até 8 caixas (empilhando duas caixas no máximo), são inclinadas e constituídos por rolamentos (tipo *flow rack*) para facilitar entrada e saída de material. Quando se retira a primeira caixa, as restantes deslocam-se por gravidade e ocupam o espaço disponível, garantindo o FIFO (ou seja, o operador só pode colocar novas caixas na parte de trás da estante, uma vez que é nessa parte que existe espaço disponível). Quanto às paletes torna-se complexo o trabalho em FIFO, uma vez que as caixas vão sendo empilhadas de acordo com a produção (não se garante que a primeira a entrar, *first in*, é a primeira a sair, *first out*), obriga à utilização de equipamentos auxiliares para deslocação e apresentam pouca flexibilidade. Em termos de arrumação a paleta ocupa pouca área e é capaz de levar várias caixas plásticas. Como referido, o grande interesse na redução da área ocupada por *stock* prende-se não só na redução de custos inerentes aos *stocks* de produto acabado, mas sobretudo à necessidade de libertar área para novos produtos que brevemente serão produzidos na secção. Assim será possível ter maior diversidade, ocupando a mesma área e cedendo algum espaço à secção do lado (Câmaras de Combustão) para alocação de novos produtos.

4 Abordagem ao Problema

4.1 Fluxo de Informação e Materiais na secção de Pintura

Em relação à secção de Pintura proceder-se-á à análise do Fluxo de Materiais e Informação de modo a tornar o processo mais transparente. Antes de mais refira-se que no estudo da secção verificou-se que diariamente era criado um excedente de *stock* para fornecer os clientes que trabalhavam no terceiro turno e em simultâneo assegurar produto para o início do primeiro turno. Tal era necessário uma vez que a secção funcionava em dois turnos, produzindo em avanço para assegurar os consumos dos *Pacemakers*. *Rother & Harris* (2001) referem que qualquer item produzido que não seja necessário no momento no processo seguinte cria desperdício, neste sentido e de modo a libertar área na secção, o terceiro turno foi ativado. Por meio de uma equipa mais pequena (sendo as quantidades requeridas menores) é possível assegurar o produto para os *Pacemakers* evitando a criação de *stock*. Estes operam as células manuais em caso de necessidade e fazem a carga e descarga, não necessitando de funcionar com um operador logístico (baixas produções não justificam). A ativação do terceiro turno permitiu libertar área de 22 m².

Após esta alteração para o projeto, começou-se por uma análise da ocupação dos operadores da secção verificando-se que seria possível por meio de uma redistribuição do trabalho libertar para outras áreas da empresa um operador logístico (em cada turno) responsável em parte pelo fluxo de informação e material no processo de Pintura das frentes. De modo a verificar esta possibilidade começou-se por analisar a capacidade máxima do processo e dos operadores por turno. Em seguida fez-se uma análise para diferentes cenários de produção dos *Pacemakers*, tendo em conta que os *Pacemakers* ficarão reduzidos, uma vez que numa das células finais será integrado um novo projeto que não será abastecido pela secção e procedendo-se à verificação da possibilidade de redistribuir as tarefas pelos restantes postos.

4.1.1 Ocupação dos Operadores dos Postos de Pintura

Antes de mais deve referir-se que os postos subaproveitados no processo de Pintura referem-se ao Posto de Carga e Descarga e do operador logístico, sendo a análise da ocupação focada nestes postos. Segundo *Jacobs & Chase* (2011) a capacidade de um processo é vista frequentemente como a quantidade de output que um sistema consegue atingir num período de tempo especificado. Na Tabela 3 apresentam-se a capacidade máxima por postos com indicação do número de operadores.

Tabela 3 Capacidades do Processo de Pintura na fase inicial

Posto	Nº de operadores por turno	Capacidade Máxima por turno (unidades)
Carga	1	3667
Descarga	1	1833
	2	3667
Op. Logístico	1	4586,7
Máquina Pintura	-	3153
Capacidade máxima do processo		3153

As capacidades máximas para os Postos de Carga e Descarga têm como base balanceamentos já existentes elaborados por meio da ferramenta MTM/UAS (*Methods-Time Measurement/*

*Universal Analysing System*³¹). No processo em questão a capacidade máxima por turno é estabelecida pela máquina de Pintura, uma vez que o trabalho nos restantes postos está diretamente ligado ao equipamento. Refira-se que para a elaboração dos cálculos relativos à capacidade da máquina de Pintura considerou-se um *Lead Time*³² de 1 hora e 15 minutos e um turno de trabalho com duração de 430 minutos. Quanto ao equipamento deve ainda ter-se em conta que tem 275 suportes rotativos nos quais se colocam pendurais que transportam duas peças (frentes) cada.

Ao longo desta análise considera-se portanto 3153 frentes por turno o máximo output (capacidade) do processo de Pintura, considerando para o efeito dois operadores no Posto de Descarga. A capacidade máxima do operador logístico é calculada de acordo com a sua rota normalizada (pela secção da Logística), como tal considera-se sempre o valor de 4586,7 frentes por turno. Para o cálculo tem-se em conta o número de rotas do operador por turno, dada pela Equação 3, obtendo a capacidade de produção do operador pela Equação 4.

Equação 3 Rotas por turno do operador logístico

$$\text{Rotas/turno} = \frac{\text{Tempo Disponível / turno}}{\text{Tempo Rota Standard/ turno}} = \frac{430 \text{ min/ turno}}{3 \text{ min/ rota}} = 143 \text{ rotas/ turno}$$

Equação 4 Capacidade produtiva do operador logístico por turno de trabalho

$$\begin{aligned} \text{Capacidade de produção/ turno} &= \text{Rotas/ turno} \times \text{peças/ rota} = \\ &= (143 \times 32) \text{ peças/ turno} = 4586,7 \text{ peças/ turno} \end{aligned}$$

A Tabela 4 permite observar as percentagens de ocupação por turno dos operadores quando o processo opera na sua máxima capacidade (limitado pelo equipamento). Os dados surgem por Posto de trabalho, com indicação do número de operadores e percentagem de ocupação de cada operador por turno relativamente à capacidade máxima do processo. Note-se que se considera a situação de um operador no Posto de Carga e de dois operadores na Descarga uma vez que com apenas um operador neste posto a capacidade é inferior à capacidade máxima considerada nos cálculos. Pela Equação 5 calcula-se a percentagem de ocupação de cada operador.

Equação 5 Fórmula de cálculo da percentagem de ocupação por operador para cada cenário

$$\% \text{ Ocupação Operador} = \frac{\text{Necessidade produtiva no Posto}}{\text{Capacidade máxima do operador}}$$

Tabela 4 Percentagens de Ocupação dos Operadores do Processo de Pintura para funcionamento na capacidade máxima

Posto	Nº de operadores por turno	% De Ocupação de cada operador/ turno para necessidades do cenário
Carga	1	100,0%
Descarga	1	100,0%
	1	100,0%
Op. Logístico	1	68,7%
Máquina Pintura	-	-
Nº de Operadores	4	3,69

Por análise da Tabela 4, considerando a máxima utilização do equipamento, os operadores da Carga e da Descarga apresentam taxas de ocupação de 100%, sendo que por outro lado o

³¹ Ver em 2.5.5.2.

³² Lead Time (ou tempo de aprovisionamento) – o tempo que é necessário para uma peça se mover ao longo do processo (Rother & Shook, 2003), do início ao fim do mesmo.

operador logístico está ocupado 68,7% da sua capacidade total. Efetuando o somatório das taxas de ocupação e considerando que cada operador tem o peso de uma unidade no processo, na máxima capacidade do equipamento, 3,69 operadores (aproximadamente 4) são necessários para trabalhar no processo.

Este estudo deve contemplar vários cenários de modo a sustentar a hipótese de retirar o operador logístico, garantindo que a produção será a necessária. Deste modo deve considerar-se inicialmente dois cenários: os oito *Pacemakers*³³ a trabalhar à máxima capacidade (dados baseiam-se nos balanceamentos dos *Pacemakers* para produção à máxima capacidade) e com base nas produções reais do período entre Outubro e Dezembro³⁴. Os resultados para os cálculos da taxa de ocupação dos operadores para estes cenários são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Percentagens de ocupação dos operadores por turno para 8 *Pacemakers*

Posto	Nº de operadores por turno	% Ocupação do operador/ turno - cenário de necessidades máximas dos 8 <i>Pacemakers</i>	% Ocupação do operador/ turno - cenário de necessidades dos 8 <i>Pacemakers</i> ente Outubro e Dezembro
Carga	1	91,40%	65,00%
Descarga	1	91,40%	65,00%
	1	91,40%	65,00%
Op. Logístico	1	62,80%	44,82%
Máquina Pintura	-	-	-
Nº de Operadores	4	3,37	2,4

Relativamente à percentagem de ocupação de cada operador para o cenário de máximas necessidades dos *Pacemakers* são necessários 3,37 operadores. Tendo em conta que os 3 operadores dos Postos de Carga e Descarga estão subutilizados para a situação da capacidade máxima do equipamento, existe ainda disponibilidade dos mesmos para, se possível, substituir o operador logístico. Para as necessidades reais dos *Pacemakers* no período de 3 meses, o processo precisa de 3 operadores, caso as tarefas do operador logístico sejam redistribuídas pelos restantes postos, uma vez que existe disponibilidade por parte dos operadores da Carga e Descarga.

Considerando agora a situação de sete *Pacemakers* a partir de Janeiro, uma vez que como referido esta célula será substituída por um novo projeto não abastecido pela secção. Como tal deve considerar-se os dois cenários: os sete *Pacemakers* a trabalhar à máxima capacidade (de acordo com os balanceamentos dos *Pacemakers* para produção à máxima capacidade) e com base nas previsões médias por turno das encomendas presentes no EPS para o período de Janeiro a Abril. A Tabela 6 apresenta os cálculos para estas situações.

³³ Como já referido, os *Pacemakers* correspondem às linhas finais e células finais.

³⁴ Refira-se que os dados fornecidos são fruto de um compromisso entre a logística e a produção designado *EPS* – documentos elaborados uma semana antes da semana de produção, com base em encomendas reais. Para a sua execução discute-se as encomendas, capacidade da fábrica de cumprir, análise de prioridades e em casos de falta de capacidade, a possibilidade de ativação de banco de horas, horas extra ou eventualmente adiamento de encomendas.

Tabela 6 Percentagens de ocupação dos operadores por turno para 7 *Pacemakers*

Posto	Nº de operadores por turno	% Ocupação do operador/ turno - cenário de necessidades máximas dos 7 <i>Pacemakers</i>	% Ocupação do operador/ turno - cenário de necessidades dos 7 <i>Pacemakers</i> ente Janeiro e Abril
Carga	1	77,20%	56,70%
Descarga	1	77,20%	56,70%
	1	77,20%	56,70%
Op. Logístico	1	53,10%	39,00%
Máquina Pintura	-	-	-
Nº de Operadores	4	2,85	2,09

Por análise dos resultados para as necessidades máximas dos operadores pode concluir-se mais uma vez que os operadores estão subutilizados podendo obter-se a produção desejada com apenas três operadores. Repare-se que para a última situação o número de operadores necessários é bastante mais baixo, contudo trata-se de uma previsão para o período indicado e como tal podem ocorrer oscilações, existindo ainda uma tendência para ocorrer um aumento no mês de Abril. Desta forma, caso os restantes postos absorvam o trabalho do operador logístico, poderá reduzir-se para três o número de operadores.

4.1.2 Tarefas do Operador Logístico

Uma vez que se pretende libertar este operador, deve fazer-se uma análise dos desperdícios associados às suas funções. Por meio de um Diagrama *Spaghetti* (ou Diagrama de Fluxo de trabalho) é possível observar o fluxo atual, identificar oportunidades de melhoria a vários níveis, como por exemplo, na redução do tempo de transporte e de movimento de material (desperdício de movimentação) ou análise de possíveis alterações a executar no *Layout* fabril. A Figura 17 apresenta o diagrama elaborado através da rota *standard* do operador em questão (em ANEXO F ampliado).

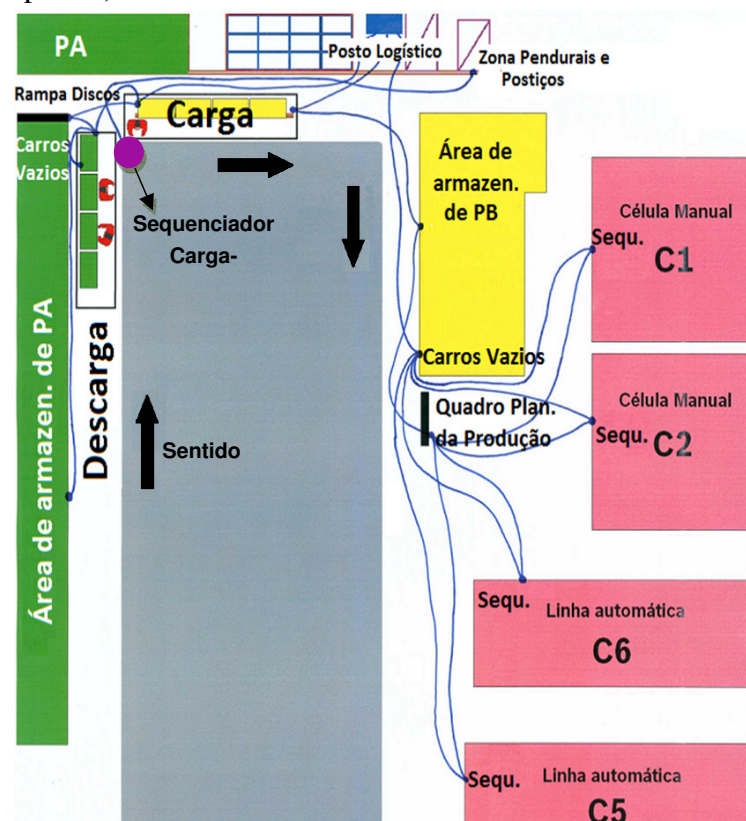


Figura 17 Diagrama Spaghetti para representação da rota do Operador Logístico da secção

Para a elaboração do diagrama percorreu-se o trajeto do operador e verificou-se que em termos de deslocamentos pode haver reduções de desperdício. Note-se que para uma movimentação muito frequente, desde o Posto Logístico, ao Quadro de Produção, passando na área de armazenamento de frentes em bruto para retirar produto até ao posto de carga onde o coloca na guia intermédia, o operador percorre uma distância de no mínimo 25 metros. Efetivamente é este operador o responsável por fazer circular a informação e o material (fluxo) ao longo da secção. Surge então a necessidade de definir as suas tarefas de acordo com o Posto relacionado e tipo de fluxo através da Tabela 7.

Tabela 7 Tarefas do operador logístico com indicação da área à qual está relacionada

Área	Fluxo	Tarefa associada
Descarga	Informação	Verificação da Rampa de Discos <i>Kanban</i> . Garantir sequência de PA (Produto Acabado)
	Materiais	Colocar carros vazios na zona de Descarga Deslocar carros completos até à zona de armazenamento de PA
Carga	Informação	Garantir sequência de PB (Produto em Bruto) Quadro de Produção (referências tipo B).
	Materiais	Colocar carros com frentes na zona de Carga. Arrumar carros vazios.
Carga e Descarga	Materiais e informação	Gestão do sequenciador entre Carga e Descarga Caixa de construção de lote (referências tipo A) e transporte para linhas/células de produção. Troca Pendurais/ postiços.

Repare-se que as tarefas foram divididas em tarefas da Carga, Descarga ou interface entre as duas. Por observação do diagrama e análise das tarefas verifica-se que o grande objetivo será a redução do desperdício a nível de transporte de material entre as áreas de armazenamento e os Postos, eliminação dos processos sem valor acrescentado e posterior estabelecimento de tarefas normalizadas, permitindo aumentar a taxa de ocupação dos operadores da Carga e Descarga como já analisado. Assim por meio de alteração do *layout* fabril e por modificação do fluxo de materiais e informação tornando-o mais eficaz e transparente será possível obter ganhos na secção.

4.1.3 Propostas de alteração ao Supermercado da Secção da Pintura

4.1.3.1 Funcionamento

Como refere *Coimbra* (2009) um supermercado deve permitir ao cliente escolher o que precisa sem ter que recorrer a um sistema informático ou fazer o pedido dos produtos como num armazém tradicional. Na secção pretende-se implementar algumas regras na área de armazenamento de produto acabado de maneira que possa ser efetivamente designado de supermercado. Como referido, relativamente à zona de produto acabado é necessário garantir ainda algumas regras para se considerar um supermercado: o princípio FIFO (*first-in-first-out*). *Dennis* (2007) refere a necessidade de seguir este princípio de forma a aproximar a um fluxo contínuo e tal não é garantido para as referências de maior consumo (tipo A). Relativamente às referências de tipo B, o FIFO é garantido pelo operador logístico. Repare-se contudo que uma vez que um dos objetivos do projeto é libertá-lo das suas tarefas na secção é necessário desenvolver um sistema que permita que a sequência seja mantida desde a produção até ao supermercado.

4.1.3.2 Classificação do tipo de produto

Devido ao elevado número de referências não é possível que estejam todas num supermercado com um corredor específico, deve partir-se então para uma análise de estratificação por frequência com apenas duas classes, com base nos dados fornecidos no EPS tendo em conta a redução de um *Pacemaker*. De fato as referências de tipo A pelo seu elevado consumo estão colocadas no supermercado e funcionam num sistema puxado de reposição por consumos, por meio de construção de lote (utilização de *kanbans* de produção). Como refere (Smalley, 2004) os produtos de menor procura (referências tipo B) são produzidos por ordem do cliente final (*Pacemakers*) com recurso a um sistema puxado sequencial.

De forma a analisar a situação deve, inicialmente, proceder-se a um levantamento de referências na secção, uma vez que com introdução de novos produtos e consequente eliminação de outros, os ficheiros existentes estão desatualizados. A recolha da informação foi executada por observação direta; por confirmação por meio dos *kanban* existentes e por utilização da base de dados geral da empresa para verificação da atividade da referência³⁵.

Por limitações de tempo não foi possível ainda determinar o número de *kanbans* necessário para cada referência e *Pacemaker*, contudo no capítulo da solução proposta será explicitado com detalhe.

4.2 Alterações ao Layout da Secção das Prensas

Relativamente à secção das Prensas o projeto foca-se na reorganização do supermercado envolvendo a modificação do *Layout* e alteração das estruturas de arrumação com o fim de reduzir área ocupada com *stock* e obter melhorias a nível da ergonomia.

Começou-se por listar todas as referências produzidas na secção, indicando o local de armazenamento, contabilizando o número de *kanbans*, tipo de referência. Assim foi feita uma análise das estruturas de arrumação, destacando-se as estantes metálicas e contentores. A estante metálica tipo *flow rack*, com rolamentos é efetivamente o meio de armazenamento mais utilizado na secção, ocupando no total uma área de quase 29 m². A Tabela 8 refere-se às treze estantes metálicas existentes na secção, com indicação da percentagem de ocupação da estante e nº de referências por estante. Para o cálculo da taxa de ocupação da estante parte-se da Equação 6.

Equação 6 Ocupação das estantes metálicas da secção das Prensas

$$\% \text{ Ocupação estante} = \frac{\text{Volume máximo total das caixas}}{\text{Volume total da estante}}$$

³⁵ Uma referência está ativa se ainda é fabricada, a referência está inativa quando já não é produzida.

Tabela 8 Dados das estantes da S822

Designação da Estante	% Ocupação da Estante	Nº referências / Estante
P1	45.61%	10
P2	32.84%	25
P3	47.80%	11
P4	45.63%	5
P5	46.34%	10
P7	46.32%	3
P8	46.40%	2
P9	43.53%	3
P10	46.43%	1
P11	46.43%	3
P12	40.63%	3
P13	44.90%	10

Como se verifica todas as estantes referidas apresentam baixa percentagem de ocupação, verificando-se uma ocupação inferior a 50% do volume total. Tal significa que grande parte do espaço da estante corresponde a ar ou à própria estrutura metálica. Na mesma tabela pode também observar-se o número de referências por estante sendo na grande maioria inferior a 5, sugerindo que em alguns casos uma arrumação mais compactada de *stock*, com menor separação entre produtos poderá ser indicada.

Outra análise a ser feita a este tipo de arrumação é a obrigatoriedade do operador efetuar o levantamento das caixas para arrumação na estante metálica. Repare-se que, para produtos acondicionados em caixas, assim que a prensa produz o operador arruma as peças na caixa. Assim que uma caixa está completa o operador coloca-a numa palete, quando a palete está cheia desloca-a até à zona de armazenamento. Caso sejam arrumadas em estantes metálicas necessita ainda de inserir caixa a caixa nas prateleiras, ou seja, necessita de levantar duas vezes cada caixa. Após análise da Norma interna da empresa de “Uso de Supermercados” na qual se indica que deve ser revista a inevitabilidade da movimentação manual de cargas, considera-se que efetivamente o segundo transporte para colocação na estante pode ser eliminado por meio de utilização de outros sistemas, como carrinhos de armazenamento de várias caixas para armazenar o material diretamente após ser colocado nas caixas à saída da prensa, trazendo benefícios a nível ergonómico. Relativamente aos contentores, naqueles cuja arrumação depende do operador, que acondiciona o produto deve verificar-se a possibilidade de utilizar caixas (caso as dimensões o permitam). Para tal deve ter-se em conta os limites de peso também referidos na Norma interna para “Uso de Supermercados”.

Assim que se definir os novos métodos de arrumação, considera-se essencial a reformulação do Quadro para colocação dos *kanban* de produto removido de modo a tornar mais simples e intuitivo o manuseamento e utilização do mesmo.

5 Solução Proposta

5.1 Fluxo de materiais e informação na secção de Pintura

Neste ponto deve referir-se que foi integrado nas secções de Pintura e Prensas um Responsável Operacional, executando as mesmas tarefas nas duas secções. Estas tarefas incluem reportar os valores de sucata, produção, reclamações dos clientes internos e inserção de dados no sistema de gestão *SAP*. Esta alteração permite que a gestão dos recursos seja simplificada e transparente, garantindo maior disponibilidade aos Responsáveis de Equipa para elaboração de outras tarefas de foro técnico, como manutenção preventiva dos equipamentos e resolução de problemas a nível do processo.

5.1.1 Distribuição das Tarefas do Operador Logístico

5.1.1.1 Sistema Kanban

A primeira alteração efetuada na secção refere-se ao sistema de *kanbans*. Como já indicado anteriormente, o Responsável de Equipa diariamente, após leitura do plano, definia a sequência de fabrico e pintura em cada um dos lados do Quadro. Para tal selecionava os *kanban* em duplicado numa biblioteca, uma tarefa que demorava em média 40 minutos, uma vez que os cartões não estavam organizados e era recorrente a necessidade de os preencher manualmente. Aliado a este desperdício de processamento, observou-se que grande parte dos *kanban* estava em más condições (sujidade, dobrados, desatualizados, etc.). De forma a contornar o problema considerou-se relevante a utilização de um sistema de *kanbans* de uso único, inseridos no sistema após encomenda por parte do cliente (Vatalaro & Taylor, 2003). Por meio do sistema *SAP*³⁶ é possível definir *kanbans* que são impressos diariamente em



Figura 18 Kanbans de duas cores

quipamentos próprios, permitindo facilitar o processo quer para o fabrico das frentes quer para o próprio processo de Pintura. Definiram-se então *kanbans* de produção e identificação de duas cores (rosa e amarelo) com funções diferentes (Figura 18). Os *kanban* rosa são *kanbans* de produto intermédio e circulam entre as células de fabrico e a Zona de Carga. Por outro lado os *kanban* de produção amarelos circulam no Processo de Pintura até ao cliente final. Note-se que os *kanban* rosa são impressos apenas para as referências de tipo B (referências planeadas) e inseridos na sequência do plano do *Pacemaker* no Quadro de Produção. Quanto às referências de tipo A são identificadas por um disco *kanban* (*kanban* permanente) ao longo do processo.

A implementação deste sistema permitiu a eliminação de aproximadamente 800 cartões plastificados, passando a tarefa de colocar os *kanbans* no Quadro a ter uma duração média de 15 minutos. Não existe necessidade de os procurar, são impressos diariamente na sequência de produção de cada *Pacemaker*, sendo a tarefa a introdução dos *kanbans* de referências tipo B no Quadro.

³⁶ *SAP* – sistema de gestão de uma empresa alemã que permite gerir todos os dados da organização.

5.1.1.2 Alterações ao Posto de Carga

Como referido no capítulo anterior de modo a justificar a redução de um operador logístico por turno procedeu-se à análise da taxa de ocupação de cada operador face à capacidade máxima permitida pelo processo, verificando-se que estavam subutilizados. Procedeu-se então a um estudo das atividades dos operadores da Carga e Descarga de modo a verificar a disponibilidade para integrar as tarefas do operador logístico.

Numa primeira instância verificou-se que era essencial deslocalizar a zona de Carga para junto do *buffer* de frentes em bruto, tal permite uma redução das deslocações desde o *buffer* até à guia, correspondente a 10 segundos por deslocação com dois carros vazios ou completos. Note-se que para um turno com uma produção média de 125 carros de frentes correspondia a levar dois carros cheios e trazer dois vazios, ou seja 20 segundos, o que significava 21 minutos de deslocações. Estas deslocações não trazem de facto valor acrescentado no ponto de vista do cliente, uma vez que o material é transportado até à zona de Carga e passa novamente na zona do *buffer* onde estava armazenado. Para verificar esta situação analisou-se as tarefas do operador da Carga de modo a verificar se seria possível esta alteração. Partindo do sistema MTM/UAS foi possível obter os seguintes tempos para a Carga (reconfirmados mais tarde por meio de cronómetro).

Tabela 9 Tarefas do Operador de Carga com nova localização

Tarefa	Tempo (segundos)
Deslocação ao carro (ida e volta)	1.8
Pegar e colocar uma frente no pendural	3.4
Outras tarefas associadas ³⁷	1.6
Total	6.8
Tempo máquina por duas frentes	16

Por observação dos resultados é possível verificar que o operador ainda tem disponível por duas frentes que carrega 1,2 segundos uma vez que o tempo da linha limita o processo. Esta avaliação permitiu concluir que a localização da Carga em frente ao *buffer* seria vantajosa, permitindo que fosse o próprio Operador a cumprir as tarefas associadas ao fluxo de material: “Colocar carros com frentes na zona de Carga” e posteriormente “Arrumar carros vazios”. Estas tarefas correspondiam em média a 10 segundos por carro, como referido, sendo actualmente de 1,8 segundos o tempo em deslocações ao *buffer* para transferência de carro cheio e arrumação de carro vazio. Pode verificar-se uma redução de cerca de 82% do tempo despendido em movimentos de material (considerando 125 carros por turno).

A alteração do posicionamento do Quadro de Produção (novo *layout* em Anexo G) foi uma ação imperativa, uma vez que era necessário aproximar o quadro de planeamento do operador de modo a ter acesso à informação para “Garantir a sequência de Carga”. Assim sendo o operador faz a gestão do fluxo de informação através do “Quadro de Produção” para as referências de tipo B (sendo as referências tipo A identificadas na Descarga).

O fato da nova localização dos postos não permitir dar continuidade ao sistema com o sequenciador a fazer a interface, conduziu à necessidade de criar um sistema que permitisse o transporte dos *kanbans* entre as duas zonas sem utilizar um operador. Para tal criou-se um copo metálico que permite colocar o *kanban* no seu interior e pendura-lo no pendural. Várias

³⁷ Estas tarefas dizem respeito à remoção dos elásticos existentes no carro para segurar as frentes no transporte e nos movimentos de inclinação do operador para retirar frentes da parte inferior do carro (considerando-se que acontecem de 4 em 4 frentes).

tentativas foram testadas obtendo-se o componente final, estas experiências surgem na [Figura 19](#).

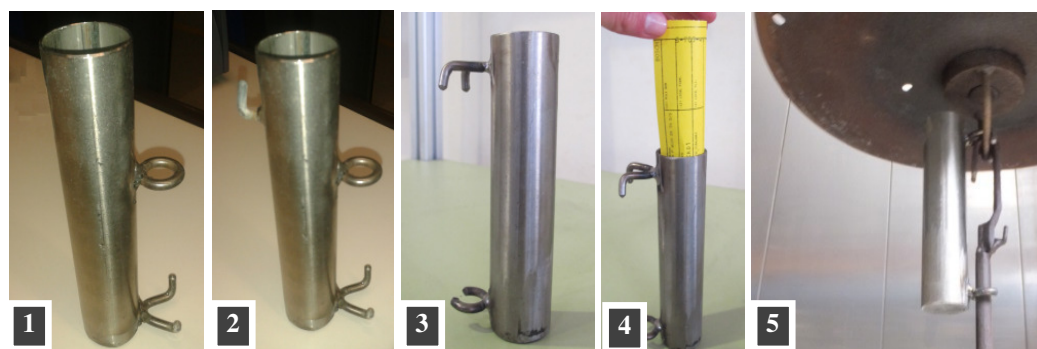


Figura 19 Evolução das melhorias no componente de transporte de *kanbans*

Na primeira tentativa (indicada por 1 na figura) não se teve em consideração que o disco *kanban* também seria transportado. Desta forma, para a situação do copo preso no gancho do pendural juntamente com o disco, o copo caía. Na [Figura 19](#) (indicado por 2) fez-se um gancho na parte exterior do copo no qual se pendurou a bolacha, contudo esta solução não teve igualmente sucesso uma vez que a bolacha com a vibração na zona da máquina de lavar caía. Finalmente concluiu-se que seria mais fácil colocar o copo e o disco em locais separados, para tal o disco é colocado no gancho já existente e o copo é suspenso (imagem indicada com números 3 e 4).

Após análise das tarefas do operador verificou-se que tinha ainda tempo disponível, o que permitiu que se considerasse a possibilidade de lhe atribuir a tarefa de construção de lote. Para tal seria necessário o transporte dos discos entre a rampa de Discos *kanban* e a zona de Carga sem recorrer a meios humanos. Observou-se que uma boa hipótese para movimentar os discos seria pela utilização do transportador do equipamento, permitindo a transferência de informação na secção. Tal refere-se à colocação do disco metálico no transportador da linha de pintura na zona de Descarga, sendo transferido até à Zona de Carga pela própria linha. A função de colocar os discos na respetiva caixa de construção de lote (referências tipo A) ou na zona do quadro para discos por *Pacemaker* passa portanto, para o operador do Posto de Carga. Note-se que o transporte para as células manuais fica a cargo do Responsável de Equipa e do operador da C6 para as referências deste equipamento. Por meio destas modificações foi possível transferir as tarefas apresentadas na [Tabela 10](#) para o posto de Carga (a norma de instrução visual para o posto de Carga surge em [ANEXO H](#)).

Tabela 10 Tarefas do operador logístico transferidas para a Carga

Área	Fluxo	Tarefa associada
Carga	Informação	Garantir sequência de PB (Produto em Bruto) ³⁸
		Caixa de construção de lote (referências tipo A)
		Quadro de Produção (referências tipo B)
	Materiais	Colocar carros com frentes na zona de Carga. Arrumar carros vazios.

³⁸ Ponto analisado com mais detalhe em [5.1.3](#).

5.1.1.3 Quadro de Produção

Face às alterações efetuadas foi necessário reorganizar o espaço e melhorar o Quadro de Produção de forma a torna-lo mais funcional, permitindo uma utilização simples e transparente. Para tal começou-se pela aplicação da ferramenta 5S's – identificação das ferramentas necessárias, organização do espaço, limpeza do posto e criação de *standards* (Lean Enterprise Institute, 2008).



Figura 20 Quadro de Planeamento da Produção da secção da Pintura

Inicialmente definiu-se e marcou-se através de fita amarela o local onde seria colocado. Este posicionamento teve em conta as deslocações do operador com o objetivo de as minimizar.

Em termos funcionais definiu-se que diariamente o Responsável Operacional coloca no Quadro os dois *kanbans* (rosa e amarelo) das referências tipo B, sendo tarefa do Responsável de Equipa retirar os *kanbans* rosa para planeamento do fabrico (referido em detalhe a seguir em 5.1.3). Procedeu-se à criação de uma linha do Quadro por *Pacemaker* e identificou-se as horas para cada um.

Ao longo da organização do quadro concluiu-se que os discos *kanban* deviam ser também eles acondicionados no Quadro, para tal, por meio de barras de alumínio alongou-se a estrutura aproximadamente 40 centímetros para cada lado. Tal permitiu a utilização do lado esquerdo para colocação das bolachas de *Pacemaker* através de compartimentos plásticos e do lado direito para arrumação das caixas de construção de lote. Os suportes de *kanbans* foram igualmente posicionados na estrutura do Quadro de forma a permitir que sirva como um sistema de apoio a todas as tarefas desempenhadas pelo operador.

Foi necessária a criação de normas de instrução visual de forma que o trabalho seja desempenhado por todos os colaboradores de modo standard. Em [ANEXO H](#) pode ter-se acesso à norma para a utilização do Quadro de Planeamento da Produção, assim como à norma para utilização das caixas de construção de lote.

5.1.1.4 Alterações ao Posto de Descarga

Algumas alterações foram levadas a cabo a nível da Descarga. Começou-se por definir as tarefas do operador para a descarga de frentes, inspeção visual e colocação no carro. A [Tabela 11](#) apresenta as tarefas de um Operador da Descarga.

Tabela 11 Tarefas do Operador da Descarga

Tarefa	Tempo (segundos)
Pegar frente	2.88
Pressão para desencaixar do postigo ³⁹	0.72
Controlo Visual	6.48
Passos até ao Carro e posicionar no carro	1.26
Outras tarefas associadas ⁴⁰	2.9
Total	14.2
Tempo máquina por duas frentes	16

Verifica-se portanto que para acompanhar o equipamento, uma vez que o tempo da máquina para duas frentes é aproximadamente o mesmo que para o do operador para obter apenas uma frente, considerar-se-á a utilização de dois operadores na Descarga. Tal deve-se sobretudo ao tempo despendido na inspeção visual. Desta forma considerando dois operadores, existe ainda tempo disponível para aplicar noutras tarefas.



Figura 21 Rampa de Discos Kanban

O primeiro ponto a ter em consideração é a gestão dos discos *kanbans* deixados na secção. Como se referiu estes discos são colocados pelo *Milk Run* numa calha inclinada (como mostra a [Figura 21](#)), descendo até ficar num depósito temporário. As tarefas do operador logístico respeitavam a verificação regular desse depósito e deslocação até à zona de construção de lote (produtos tipo A) ou Quadro (produtos tipo B). Como já indicado os discos devem seguir até ao Posto de Carga logo, a tarefa de verificar e movimentar os discos *kanban* deve ser da responsabilidade dos operadores da Descarga. Para tal alterou-se a localização desta rampa de forma a ficar mais próxima da zona de Descarga (ver esquema do novo *layout* em [ANEXO G](#)).



Figura 22 Zona de Descarga após marcação do espaço e colocação do Quadro de Kanbans

O operador logístico era também responsável pela movimentação dos carros completos e vazios entre o supermercado de produto acabado e a Descarga, com a eliminação das suas tarefas surge a necessidade de que sejam os operadores a garantir a deslocação de produto. Definiu-se então que em vez dos quatro carros existentes no Posto (dois vazios e dois completos para posterior transporte), existirá apenas o carro que está a ser carregado com as frentes – redução do WIP (visualizar marcação na [Figura 22](#)).

Uma vez que o operador da Carga só coloca “copos” metálicos com *kanbans* nas referências de tipo B (caso contrário seria necessária a utilização de dezenas de “copos”), as referências de tipo A são identificadas na Descarga. Para tal criou-se um Quadro no qual os *kanbans* de referência A são colocados, com campos reservados para cada tipo de referência A, criando

³⁹ Esta etapa permite também verificar se o postigo tem excesso de tinta, devendo ser sinalizado para troca.

⁴⁰ Outras tarefas: remoção dos elásticos existentes no carro para segurar as frentes no transporte e movimentos de inclinação do operador para retirar frentes da parte inferior do carro (considerando-se que acontecem de 4 em 4 frentes) e o registo da produção (de 16 em 16 frentes em média).

também um suporte para apoio ao registo em papel da produção diária (suporte do lado direito do Quadro com folha de registos na [Figura 22](#)). Deste modo, o operador extrai o disco *kanban* do pendural, verifica a referência indicada, retira do Quadro um *kanban* amarelo da referência e coloca-o no suporte do carro. De modo a definir como serão divididas as tarefas entre os colaboradores foi elaborado um balanceamento do trabalho.

5.1.2 Elaboração dos Balanceamentos

Inicialmente analisaram-se as tarefas de cada posto (por observação direta), distribuindo e atribuindo um tempo a cada função (através do sistema MTM/UAS). Começou-se pela criação de uma Folha de Trabalho Standard com base nas tarefas de cada posto, seguido de um gráfico de balanceamento e finalmente criaram-se Folhas de Trabalho Padrão (StAB). Por questões de confidencialidade apenas se poderá apresentar o gráfico dos balanceamentos ([Gráfico 1](#)) fazendo algumas considerações acerca dos resultados obtidos. Analisaram-se duas situações: na primeira, consideraram-se dois operadores (um na Carga e um na Descarga) e na segunda três (um na Carga e dois na Descarga). Relativamente ao tempo de ciclo planeado no segundo cenário é 50% mais elevado.

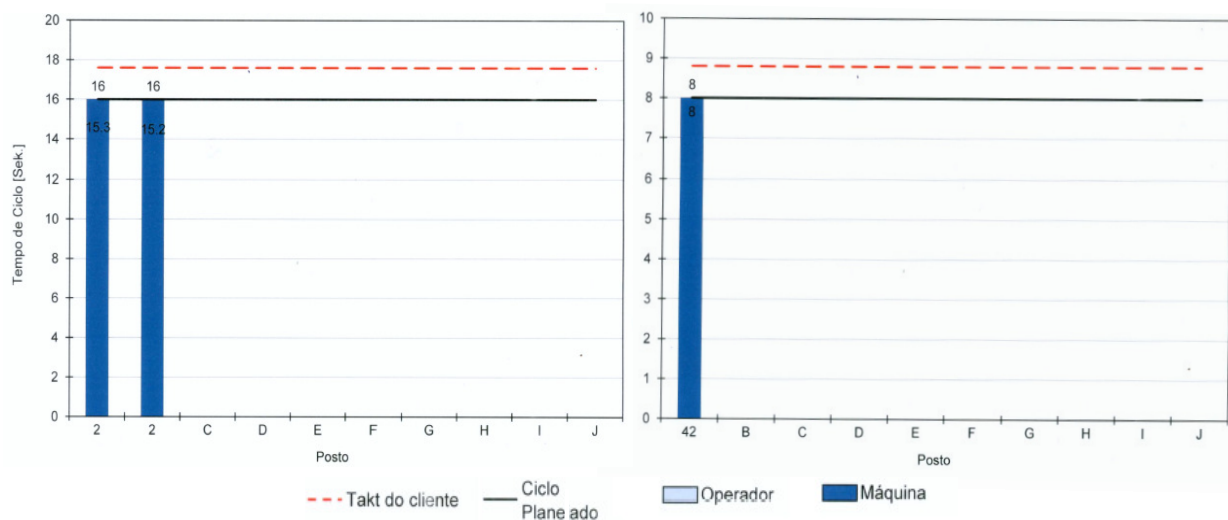


Gráfico 1 Balanceamentos para os Postos de Carga (esquerda) e Descarga (direita)

Para uma melhor leitura dos gráficos repare-se que a linha vermelha a tracejado corresponde ao *takt time* do cliente, a linha a preto indica o ciclo planeado para cada posto, a barra azul escura (que se sobrepõe à azul clara) refere-se ao tempo da máquina. Por análise dos gráficos verifica-se que com um operador na Carga é possível cumprir com o *takt time* do cliente interno, tal também é possível com dois operadores na Descarga. Repare-se contudo que com apenas um operador neste posto, o tempo de Ciclo é bastante superior, sendo contudo na capacidade planeada que se verifica maior queda com menos 51% de produção. Tal acarreta outros custos sobretudo a nível da subutilização do equipamento, uma vez que para a situação de dois operadores no total dos postos, é necessário deixar um espaço vazio entre cada dois pendurais completos de forma a permitir que seja feita a inspeção à qualidade das frentes, para além dos espaços livres entre ciclos (em média dezasseis frentes) que garantem que o operador da Descarga tem tempo para movimentar carros completos e vazios no supermercado. O tempo de ciclo para a situação de um operador em cada posto do processo é duas vezes superior à situação com 3 operadores. Refira-se portanto que, com base nos dados, os balanceamentos para 2 e 3 operadores no processo revelam que o segundo cenário apresenta uma eficiência de 100% enquanto o primeiro, para um total de 2 operadores tem 74% de eficiência. Devem então definir-se as tarefas para o posto de Carga na [Tabela 12](#) e para o Posto de Descarga com dois operadores na [Tabela 13](#).

Tabela 12 Sequência de Carga para um operador

Sequência de Tarefas de Carga para um operador
Deslocação ao carro (ida e volta)
Pegar e colocar uma frente no pendural
2º Posicionamento da frente
Posicionar elásticos no carro
Inclinar para posicionar elástico inferior
Trocar carro cheio por carro vazio (de 16 em 16 frentes)
Ref. A: Colocar disco na caixa de construção de lote (em média de 16 em 16 frentes)
Ref. B: Colocar copo com <i>kanban</i> no Transportador (média 16 em 16 frentes)

Tabela 13 Sequência de Descarga para dois operadores

Sequência de Tarefas da Descarga para dois operadores
Passos até ao transportador
Pegar frente e pressionar para desencaixar
Controlo/ Inspeção visual da frente
Ir até ao carro e posicionar frente
Posicionar elásticos no carro
Inclinar para posicionar elástico inferior
Registar produção diária (em média de 16 em 16 frentes)
Operador A: Transportar carro completo até ao local
Operador B: Pegar em carro vazio
Operador B: Retirar disco da rampa de discos <i>kanban</i> (se aplicável)
Operador B: identificar carro de frentes com <i>kanban</i> e disco (em média de 16 em 16 frentes)

Pode fazer-se uma comparação relativamente ao tempo de ciclo de cada posto antes e depois do projeto. A Tabela 14 sintetiza os resultados obtidos a nível de tempo de ciclo para duas frentes.

Tabela 14 Tempos de ciclo dos operadores antes e depois do projeto

	Antes do Projeto	Depois do Projeto
Tempo Ciclo do Equipamento (por 2 frentes)	16 Segundos	16 Segundos
Tempo Ciclo Carga (por 2 frentes)	7.2 Segundos	8 Segundos
Tempo Ciclo Descarga 2 operadores (por 2 frentes)	14.4 Segundos	15.3 Segundos ⁴¹
Tempo Ciclo Descarga 1 operador (por 2 frentes)	Sem dados	16.5 Segundos
Operadores no Equipamento (por turno)	4	3

Como se verifica ocorre um aumento como seria esperado em cada posto (Carga e Descarga), uma vez que foram inseridas em cada posto algumas tarefas. Este aumento corresponde a 1,7 segundos por 2 frentes no total dos dois postos. Note-se que esta é uma contrapartida da redução de um operador, contudo a nível de gastos em VT's da secção esta opção torna-se favorável. Repare-se que, por implementação do projeto, em termos de eficiência dos VT's corresponde a um aumento de 0.1% e para a secção (calculada através da Equação 7).

Equação 7 Cálculo da eficiência

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Somatório Quantidade produção} \times \text{VT}}{\text{Somatório operadores} \times \text{Horas de trabalho}} \times 100 (\%)$$

Ainda em relação à eficiência dos VT's e estrutura de suporte para a secção permitiu um aumento de 62% para 65% (calculada pela Equação 7).

⁴¹ Considera-se o tempo do operador com maior tempo de ciclo.

5.1.3 Planeamento do Fabrico

Para elaboração de definição do trabalho *standard* para cada um dos postos e balanceamentos partiu-se do pressuposto que os carros no *buffer* estariam organizados pela sequência de produção do *Pacemaker* e consequentemente na sequência de Carga na linha, ou pelo menos não seria necessário que o operador da Carga procurasse o próximo carro a ser carregado. Deve referir-se que o *buffer* deve estar organizado uma vez que o operador da Carga verifica no Quadro de Planeamento, no caso de referências tipo B, qual o próximo carro a carregar, dirigir-se ao corredor guiado desse *Pacemaker* e retirar o primeiro carro, que deve corresponder ao que será carregado. Contudo, o planeamento do fabrico não é feito pela ordem direta dos *Pacemakers* mas, as referências são agrupadas por família para redução de tempos de mudança de ferramenta não garantindo a ordem do plano do *Pacemaker*. Para tal antes do projeto era da responsabilidade do RE organizar os carros de frentes de acordo com o plano após fabrico.

Efetivamente nesse sentido foi implementado um sistema para garantir o FIFO por meio de uma ferramenta em Excel[®] e sistema de gestão visual através de cartões FIFO desenvolvidos especificamente para o efeito. Como se pode verificar no ANEXO G existem vários corredores com guias unilateralmente, identificados por cliente final e um corredor para referências tipo A. Pretende-se que os operadores coloquem os carros no *buffer* na sequência pela qual serão carregados.

5.1.3.1 Ferramenta para Planeamento

A ferramenta para o planeamento é um ficheiro simples e intuitivo no qual o responsável pelo planeamento deve introduzir para cada uma das células manuais (C1 e C2) e linha automática C5 as referências a fabricar. É também por meio da ferramenta que se aspira a garantir o FIFO de modo eficaz sem a presença do Operador logístico a organizar as frentes que serão pintadas por célula.

Começou-se por organizar os produtos para cada equipamento de acordo com a referência, descrição, Célula de Fabrico, Família de Produto, Classificação ABC, Tempo de produção por peça com um ou dois colaboradores na célula de produção. A recolha destes dados permitiu determinar quais as referências produzidas em cada uma das células manuais C1 e C2, as referências que podem ser fabricadas em ambas e os produtos exclusivos da linha automática C5. Para compreender melhor o método de planeamento foi necessário compreendê-lo junto dos Responsáveis de Equipa (únicos colaboradores da secção com conhecimentos para o elaborar de forma eficaz), definindo algumas regras tidas em conta para esta tarefa:

- Ler plano diário de cada *Pacemaker* e sublinhar referências B;
- Distribuir produção pelas células manuais de acordo com:
 - ✓ Célula Manual C1 – produção exclusiva de frentes tipo retangular e família *Compact* (por limitações da célula é dedicada a este tipo de produtos);
 - ✓ Célula Manual C2 – produção exclusiva de frentes prismáticas e família *Compact* (também por limitações estas são as frentes que se produzem na célula);
 - ✓ Agrupar referências existentes no plano do mesmo turno - para redução do tempo em mudanças de ferramenta (referências iguais ou da mesma família);
- Colocar por sequência do plano as referências exclusivas da linha automática C5;

- Referências tipo A têm prioridade sobre as B's (ou seja, se está em produção uma referência B e é dada ordem para produção de uma A o operador deve completar o lote em fabrico e produzir de seguida a referência A).

Em seguida o Responsável fazia colocação dos cartões no Quadro, tarefa já eliminada. Partindo então dos mesmos princípios criou-se uma ferramenta que por introdução dos dados relativos ao tipo de referência (A ou B), cliente final, nº de operadores na célula, referência a produzir, quantidade e tempo de mudança de ferramenta (que em média é considerado de 13 minutos) reconhece a família do produto, atribui o tempo de produção e define a hora de fim de produção (tendo em conta que em cada turno a hora de início é inserida).



Figura 23 Cartão FIFO do Pacemaker C4

Deve igualmente ser indicada a ordem de sequência interna do plano de cada *Pacemaker*, uma vez que os carros serão colocados nos corredores guiados do *buffer* de acordo com o cliente final e na ordem pela qual devem ser carregados na linha de pintura. A numeração é atribuída de 1 a 16 e criando um ciclo (sempre que termina no 16 inicia novamente no 1). Existem dois planos: um para o primeiro turno e outro para o segundo. Desta forma quando há mudança de turno basta verificar no ficheiro a informação do que o turno anterior produziu.

Para sinalização da sequência dos *Pacemakers* foram criados cartões plastificados com íman para colocação nos carros, de diferentes cores por cliente final com indicação do número. A

Figura 23 apresenta um desses cartões, referente ao carro número 5 da célula de montagem final C4. O processo de planeamento do fabrico passa então pela sequência de tarefas indicadas na Tabela 15.

Tabela 15 Sequência de Planeamento do fabrico

Sequência de Tarefas para Planeamento do Fabrico
Planear fabrico na ferramenta Excel®
Atribuição por meio da ferramenta de número de sequência por <i>Pacemaker</i>
Retirar <i>kanbans</i> rosa do Quadro de Planeamento de Produção
Separar cartões FIFO de cada número organizados por célula final na biblioteca
Colocar <i>kanbans</i> rosa e cartões FIFO no sequenciador de cada equipamento na ordem definida

Repare-se que como referido os *kanban* rosa funcionam como ordem de fabrico das frentes, devendo ser colocados na ordem definida nas ranhuras do sequenciador (das células manuais) ou no sequenciador da C5 juntamente com os cartões FIFO (ver sequenciador com *kanbans* na Figura 24). Tal permite que o operador, assim que termine o carro verifique se é o próximo a ser inserido nos corredores ou não (note-se que estes estão limitados a 5 carros cada). Em caso afirmativo deve transportá-lo até ao local. Por outro lado, caso não exista espaço ou o número do último carro no corredor não corresponda ao anterior na sequência deve deixá-lo numa zona de espera demarcada. Desta forma, sempre que transportar um carro até ao *buffer* deve confirmar se existe algum carro na zona de espera que possa ser colocado no corredor do *Pacemaker*.



Figura 24 Sequenciador de Produção da célula manual C1

Note-se que este método evita o manuseamento desnecessário de material (pelo operador e depois pelo Responsável ou operador logístico) e permite que o operador da Carga retire diretamente o carro do *buffer* sem necessidade de o procurar como se pretendia.

5.1.4 FIFO no Supermercado de Produto Acabado

Um outro desafio respeitava à criação de um sistema FIFO na zona de armazenamento de produto acabado, de modo a poder ser considerado em termos técnicos um supermercado. A solução partiu da elaboração de discos vermelhos com a designação “Stop” e discos verdes com designação de “Carro para consumo” (ver [Figura 25](#)). O funcionamento é simples e permite uma gestão fácil e rápida por parte dos operadores da Descarga (responsáveis pelo armazenamento do produto) e *Milk Runs* (responsáveis pela remoção do produto na ordem correta).



Figura 25 Disco verde de Carro para consumo e Stop para garantia de FIFO

Este sistema foi inicialmente implementado para *Pacemakers* com dois corredores guiados nos quais surgia a dúvida de qual seria o produto a retirar (caso estivessem ambos com produto), exigindo que o *Milk Run* consultasse o plano de produção do respetivo *Pacemaker*. Assim definiu-se que seria colocado um gancho no papel de identificação de cada corredor (como mostra a [Figura 25](#)) e pendurado um disco verde – esse é o carro para consumir. O processo começa pela colocação de carros num dos corredores (corredor 1), quando está completo, o primeiro carro do segundo corredor (corredor 2) deve ter um disco Stop. Este dá indicação que o carro não é o próximo a ser retirado, assim que se completar o corredor 2 deve colocar-se novamente um disco “Stop” no primeiro carro do corredor 1 e assim consecutivamente. O trabalho do *Milk Run* é retirar os carros do corredor 1 até surgir um disco “Stop”, nesse ponto deve trocar o disco verde para o gancho do corredor 2, remover o disco Stop e coloca-lo na rampa de discos *kanban* (já referida).

A mesma metodologia foi depois aplicada aos corredores de referências tipo A, com funcionamento semelhante, mas para o caso de existir mais do que dois corredores definiu-se que o sentido de remoção do produto será da esquerda para a direita. Sendo que o operador da Descarga coloca o produto nos corredores no mesmo sentido garantindo que o primeiro a ser abastecido será o primeiro a ser consumido (FIFO). Foi criada uma norma de instrução visual de forma a simplificar a utilização do sistema (ver [Anexo H](#)).

5.1.5 Criação de Zona de Pendurais e Postiços

Note-se ainda que para além das alterações já referidas foi criada uma zona específica para colocação e arrumação de pendurais e postiços. Estes acessórios devem ser trocados regularmente, por três motivos essenciais: Alteração de modelo da frente (mudança de

pendural ou apenas dos postigos); Pendural empenado ou com excesso de tinta (demasiado espesso); Postigo empenado ou com excesso de tinta (demasiado espesso) – tal pode impossibilitar a remoção da frente na zona da descarga ou até danificar as zonas por onde é suspensão no pendural.

Esta tarefa dizia respeito ao operador logístico sendo que atualmente é executada pelo operador da Carga, sendo que em caso de necessidade pode ser auxiliado por um dos operadores da Descarga ou pelo Responsável de Equipa. A alteração da localização da zona de Postigos e Pendurais permitiu reduzir desperdícios a nível de deslocações uma vez que anteriormente eram arrumados em contentores ou suportes móveis que estavam longe da zona de Carga e Descarga levando muitas vezes a ignorar o estado dos acessórios. Em Anexo H e ANEXO I é possível observar as alterações efetuadas.

5.2 Redimensionamento do Supermercado da secção de Pintura

5.2.1 Classificação do produto

Para o dimensionamento do supermercado procedeu-se inicialmente a uma análise de estratificação por frequência com apenas duas classes, com dados referentes ao período de Setembro a Dezembro. Começou por se verificar a quantidade produzida por cada referência, calculando a percentagem de procura de cada referência em relação à procura total de modo a

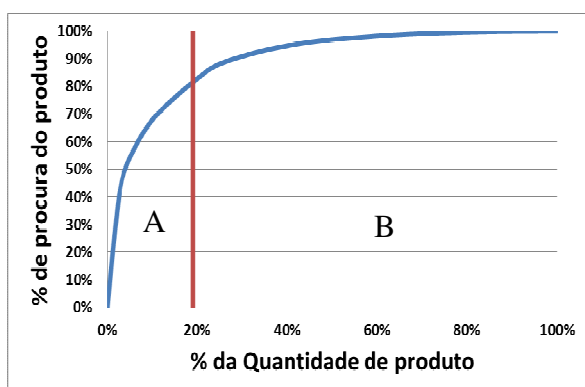


Gráfico 2 Classificação ABC para secção da Pintura

obter-se o total de produtos. O Gráfico 2 apresenta esses resultados, considerando-se portanto que os produtos tipo A correspondem a aproximadamente 19% da quantidade total de produtos, com uma percentagem de procura de cerca de 81%. Note-se que nesta análise apenas se consideram produtos A ou B uma vez que são dados dois tipos de tratamentos diferentes não fazendo sentido distinguir em três grupos. A Tabela 16 permite aferir as percentagens de consumo para as referências para as quais é mais elevado.

Tabela 16 Referências A e percentagem de consumo

Referência	% Consumo
431 062	24.25%
431 056	18.90%
411 877	8.24%
431 098	5.05%
431 068	4.62%
421 942	3.64%
411 697	3.38%
421 809	2.49%
421 807	2.20%
431 351	2.12%
431 074	2.11%
431 058	2.08%
431 064	1.92%
Total	81%

Note-se que algumas destas referências não são contempladas no supermercado de frentes pintadas (marcadas a cinzento escuro). Por questões temporais não foi possível alterar o supermercado de frentes pintadas, contudo descreve-se em seguida como se procederá.

Antes de mais, deve ter-se em conta a existência de referências consideradas exóticas ou não classificadas de tipo A, mas que por questões de organização são tratadas desse modo. A Tabela 17 permite conferir algumas dessas referências.

Tabela 17 Definição do Supermercado para corredores para outras Referências

Referência	% Procura
431 158	1.31%
701 923	0.63%
431 285	0.30%
431 265	0.27%
FP	-

Relativamente à primeira referência (431 158) é exclusiva de um *Pacemaker*, tal como a 431 098 (tipo A) como tal não existe a necessidade de criar um corredor com a designação do cliente quando apenas é colocado este produto. A referência 701 923 deve ser colocada no supermercado, uma vez que tem apresentado um aumento significativo desde o mês de Outubro, havendo previsões para aumentos. Relativamente às referências 431 285 e 431 265, referem-se a modelos únicos do *Pacemaker* L8, a segunda deve obrigatoriamente ter um corredor específico uma vez que a cor é diferente das restantes – cinza. A mudança de cor no equipamento é um processo demorado e como tal é essencial manter *stock* de produto evitando ruturas. Pelo motivo já referido anteriormente não é necessário um corredor com a designação da linha final L8 quando apenas uma referência é colocada (431 285). O último produto refere-se a um novo modelo de esquentador a ser lançado, sendo necessário ter um corredor para a linha onde será produzido (não há ainda previsões).

Ainda em relação ao dimensionamento do supermercado deve ter-se em conta os corredores necessários para cada *Pacemaker*. Estes cálculos são elaborados com base nos consumos horários de cada cliente interno, de acordo com as referências B's que consomem diariamente, tendo em consideração as A's existentes em corredores.

Após esta análise deve proceder-se ao cálculo do número de *kanbans* de remoção (discos) e corredores necessários para cada referência de tipo A – produto colocado em corredores específicos no supermercado.

5.2.2 Cálculo do número de *kanbans*

Após a classificação deve então executar-se o cálculo do número de *kanbans* através da utilização da ferramenta de cálculo de *kanbans* BPS (na Equação 8) para as referências consideradas de tipo A. Por limitações de tempo não foi possível no momento de entrega, terminar os cálculos do supermercado, contudo explicita-se o modo de cálculo e considera-se como um trabalho futuro.

Equação 8 Fórmula *Kanban standard* (BPS)

$$K = RE + LO + WI + SA$$

Algumas considerações devem ser tidas em conta na aplicação da equação:

- *RE* refere-se à cobertura do tempo de reposição – com base no tempo de reposição (desde a entrada à saída do supermercado), no tempo planeado de produção e quantidade de peças por *kanban*;
- *LO* corresponde à cobertura do tamanho de lote – com base no tamanho de lote (nº de caixas/ carros por lote) e número de peças por *kanban*
- *WI* indica a cobertura do pico de recolhas – tendo em conta o máximo consumo dos *Pacemakers* e a Cobertura do tempo de reposição;
- Finalmente *SA* trata-se da cobertura do tempo de segurança – definido pelo número de peças por *kanban*, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) e percentagem de peças para retrabalho.

De forma a obter os dados indicados para cada elemento da equação deve indicar-se para cada referência de produto:

- Tamanho de lote, já referido anteriormente (pelo método EPEI⁴²);
- Takt Time dos *Pacemakers* (os clientes internos da secção);
- Taxa de produtos defeituosos
- Procura média diária com base nas previsões da procura e encomendas já estabelecidas no EPS (apesar da volubilidade das previsões estes são os dados à disposição).

Em ANEXO J referem-se algumas considerações acerca do cálculo de *kanbans*. Note-se que a implementação deve ser acompanhada diariamente para que sejam detetados e corrigidos possíveis desvios relativamente à solução proposta.

5.3 Novo Layout da secção das Prensas

Como referido a utilização de estantes metálicas tipo *flow rack* na secção, apesar de constituir uma opção de armazenamento eficaz e organizado, traduz-se a nível de ocupação do espaço num método pouco económico. Simultaneamente, a arrumação em paletes, apesar de extremamente eficiente a nível de área ocupada e quantidade acondicionada, apresenta em termos de flexibilidade algumas falhas, por exemplo no funcionamento em FIFO. Foi então levado a cabo um estudo com o objetivo de desenvolver um método de arrumação que permita maior flexibilidade, tendo em conta a ergonomia e a redução de área ocupada.

A necessidade de arranque do projeto do novo produto exigiu soluções rápidas, analisando catálogos e por observação dos sistemas de armazenamento na organização verificou-se que um sistema de carrinhos metálicos guiados unilateralmente no solo (Figura 26) traria vantagens a vários níveis. Uma dessas vantagens corresponde à redução do tempo de arrumação, a Tabela 18 mostra os tempos para três situações: estante, paleta e carrinhos. Note-se que estes tempos foram cronometrados por observação direta do trabalho dos operadores no acondicionamento das caixas em cada uma das situações analisadas. Para tal considerou-se o movimento de 20 caixas do tipo KP (caixa plástica com cerca de 103 mm de altura).

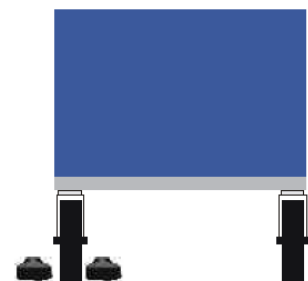


Figura 26 Esquema de carrinho com rodas, guiado unilateralmente

⁴² EPEI – *Every Part every interval*, referido em ANEXO J

Tabela 18 Tempos de arrumação para três estruturas distintas

Tipo	Tarefas	Tempo (segundos)
Arrumação em Estante	Deslocação até estante (inclui ida e volta para buscar porta-paletes e deslocação até à estante)	53
	Colocar 1 caixa na estante	7
	Colocar 20 caixas na estante	140
	Total	193
Arrumação em Palete	Deslocação para zona de armazenamento (inclui ida e volta para buscar porta-paletes e deslocação ao local)	53
	Colocar 1 caixa na paleta existente	5
	Colocar 20 caixas na paleta	100
	Total	153
Arrumação em carrinho	Deslocação para a zona de carrinhos e deixar carro no local (com 10 caixas KP)	17
	Volta para novo carrinho	12
	Nova deslocação à zona de carrinhos e deixar carro no local	17
	Total	46

Repare-se que a arrumação na estante corresponde ao maior tempo despendido (193 segundos), uma vez que para além do transporte desde a máquina até ao porta-paletes, movimento de elevação do mesmo e posterior deslocamento até ao local da estante, é ainda necessária a colocação de cada caixa individualmente na estrutura. Quanto às paletes, por vezes é necessária a colocação direta no local de uma paleta completa, o que corresponde a um tempo médio de 53 segundos, contudo no geral não se produz somente quando a paleta fica vazia, de modo que deve levar-se a paleta até ao local onde já existe uma semicheia e colocar as caixas na mesma. É pois possível verificar que a utilização de carrinhos é de fato o método que permite menor desperdício de tempo em movimentações sendo apenas necessário colocar o carro nas guias e voltar ao equipamento. A desvantagem é a necessidade de fazer o trajeto mais do que uma vez (cada carro comporta 5 caixas GP ou 10 KP) contudo o fator ergonómico é um ponto a favor deste sistema, uma vez que o operador só necessita de pegar na caixa uma vez (para a colocar no carro), por outro lado nos outros sistemas o movimento é executado duas vezes (do equipamento para a paleta e desta para a estante/paleta existente).

Antes de mais deve ter-se em conta que cada carro permite transportar caixas a uma altura de cerca de 1 metro e é transportado por meio de uma peça do mesmo material que é presa num gancho inferior e móvel (uma pega pode ser utilizada em todos os carrinhos). Procedeu-se

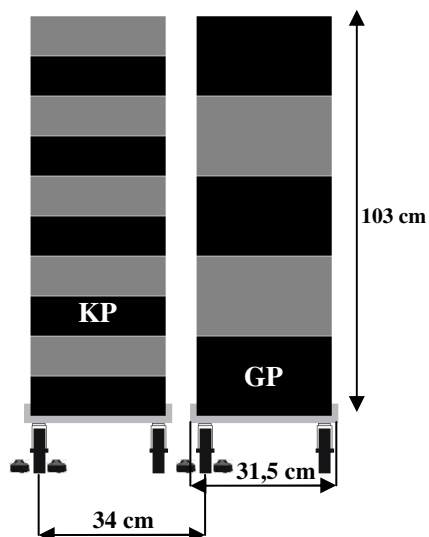


Figura 27 Esquema de empilhamento das caixas nos carrinhos

então ao cálculo do número máximo de caixas que pode transportar cada carrinho, tendo em conta o tipo de caixas *standard* da secção.

Na [Figura 27](#) pode observar-se o modo de empilhamento dos tipos de caixa considerados (KP e GP). Procedeu-se em seguida a uma recolha de dados das referências em estantes, paletes e alguns contentores (com peças que poderiam eventualmente armazenar-se em caixas). Partindo do número de *kanbans* no momento a quantidade teórica de carros por referência foi calculada.

Para o cálculo do número real teve-se em conta que os carros são inseridos em corredores guiados de um dos lados como referido. Cada guia deve levar um máximo

de 4 carros de forma a não criar corredores demasiado extensos, tornando difícil a mobilidade. É essencial fazer o arranjo do número de carros por referência, de modo a maximizar a ocupação da área disponível. Sublinhe-se que se pretende com o projeto libertar área ocupada com a maioria das estantes em ANEXO D.

Nesta análise definiu-se que, uma vez que existe uma grande variação a nível da quantidade de caixas por referência, existirão corredores para um, dois, três e quatro carros. Considerando todas as referências (incluindo tipo C – menor consumo), de modo a reservar espaço para a integração de novos produtos. A Tabela 19 mostra os cálculos para o nº de carros, corredores e filas, com o fim de aproveitar ao máximo a área disponível.

Tabela 19 Resultados para supermercado de carrinhos

Nº de carros por corredor	Nº de corredores e guias	Nº de filas de cada tipo de corredor	Nº carros teórico
4	15	1	60
3	29	2	87
2	28	2	56
1	28	2	28
Total	100	7	231

Através de uma análise aos contentores existentes verificou-se a possibilidade de as acondicionar em caixas. As referências 505 441 e 007 134 são exemplos de referências que antes eram colocadas em contentores pelo operador e atualmente estão inseridas em caixas de plástico tipo GP (tempo de acondicionamento no contentor é próximo do tempo de colocação na caixa). Os restantes contentores serão arrumados por referência de produto em duas zonas delimitadas.

Com o auxílio da ferramenta *Autocad*[®] projetou-se o novo *layout* para o sistema de carrinhos e contentores, para tal considerou-se normas internas da empresa, definindo que as zonas para passagem e *picking* devem ter uma largura mínima de 0,8 metros, as passagens para máquinas e equipamentos já existentes e marcadas no *layout* devem ser respeitadas (ver *Layout ANEXO L*). Após apresentação aos responsáveis do departamento e posterior aprovação, implementou-se na secção a solução referida, partindo depois da ferramenta 5S's para fazer a organização e limpeza da secção (ver Figura 28, Figura 29 e Figura 30).



Figura 30 Carrinhos colocados na secção



Figura 29 Supermercado com guias, carros e identificações por referência



Figura 28 Colocação das guias na secção

De forma a concluir o projeto devem fazer-se modificações ao Quadro de Construção de Lote, criando um sistema de gestão visual mais simples, que permita que o *Milk Run* ao remover o produto coloque rápida e intuitivamente o *kanban* no quadro. Repare-se que o sistema e *design* atual obrigam a que o operador da logística (MR) procure o local (só há indicação do

lado do quadro e não da posição específica). Propõe-se que seja dividido como uma matriz na qual as linhas são identificadas por letra e existem colunas numeradas por zona. A [Figura 31](#) apresenta o Quadro inicial e o esquema futuro da divisão na [Figura 32](#).

Cada *kanban* terá a indicação por meio de uma etiqueta (com a cor do quadro) da sua localização no Quadro. Assim para o exemplo da referência M, terá uma etiqueta azul, com a informação de B-Zona1, por outro lado a referência N está situada em C-Zona1-2. Tal garante maior rapidez na colocação dos *kanbans* no quadro.



Figura 32 Quadro de construção de lote da secção

	Zona 1				Zona 2			
	Ref I		Ref J		Ref K			
A								
	Ref M							
B								
	Ref N							
C								
D								

Figura 31 Esquema da solução para o Quadro de *Kanbans*

Com o projeto em questão foi possível obter uma redução de área substancial, de fato só com a inclusão do sistema de carrinhos e eliminação das estantes metálicas e de alguns contentores obteve-se uma redução de 33 metros quadrados, ou seja foi possível reduzir 39% da área ocupada com o sistema de carrinhos e organização de contentores. A [Tabela 20](#) apresenta os dados relativos à redução de área ocupada por *stock* na secção. Note-se que nesta tabela foram igualmente incluídos os dados referentes aos ganhos de área em outras zonas (por transferência de referências para a secção dos Queimadores e redução do *stock* do equipamento das costas, que estava sobredimensionado para as necessidades atuais da fábrica).

Tabela 20 Comparação de áreas ganhas com o projeto e os restantes

	Estantes, paletes e contentores	Outras Áreas	Total
Área antes do projeto	84.5965	74.04	158.6365
Área após projeto	51.5916	57.48	109.0686
Área reduzida	33.0049	16.56	49.5679
% Total de área libertada na secção			31.25%

Refira-se em modo de conclusão que apesar dos gastos inerentes à implementação do projeto, dada a necessidade e urgência em libertar área, a introdução dos carrinhos foi um passo necessário, visto que a solução alternativa passaria pela construção de um edifício ou aluguer de espaço.

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

6.1 Resultados Obtidos

Começando pela secção da Pintura na qual as frentes dos aparelhos são fabricadas e pintadas, implementou-se um projeto com o objetivo de libertar dois operadores logísticos (um para cada turno) responsáveis pelo fluxo de materiais e informação, para outras áreas da empresa. Partiu-se da análise das tarefas dos operadores diretamente ligados ao processo de Pintura, confirmando-se que a sua taxa de ocupação, tempo de ciclo e tarefas desempenhadas permitiam a absorção das funções do operador logístico.

Tal permitiu verificar que para reduzir um operador por turno foi necessário aumentar a ocupação dos restantes (introdução de novas tarefas). O tempo de ciclo do operador da Carga aumentou 10%, estando neste momento a trabalhar ao mesmo ritmo que o equipamento. Quanto à Descarga concluiu-se que a utilização de dois operadores é mais eficiente como verificado, tendo o tempo de ciclo aumentado aproximadamente 6%, este aumento corresponde à absorção das tarefas do operador logístico. Foi então possível a nível da secção retirar o operador logístico transferindo-o para outra secção, continuando a ser possível suprir a procura diária. Esta alteração corresponde a um aumento de 3% na eficiência de VT mais estrutura de suporte da secção, conduzindo a um aumento de 0,1% na eficiência da fábrica, ou seja, à poupança de 33.300 euros anuais. Note-se que para a criação desta solução houve necessidade de alterar o *layout* da secção, de modo a evitar desperdícios de movimento de material, alocando a Carga em frente à zona de produto a carregar. Tal garantiu uma redução do *WIP* de quatro carros em cada posto para apenas um carro. Em simultâneo colocou-se o Quadro de Planeamento da Produção na zona de Carga. Deste modo, criaram-se as condições para ser o próprio operador do posto a verificar a sequência de produção, movimentar o material, identificar as frentes e carregá-las. A criação de uma zona de arrumação de pendurais e postigos e criação de normas de instrução visual para troca de modelos permitiu que o operador da Carga pudesse proceder à mudança deste tipo de acessórios de modo mais rápido e eficiente, permitindo que em poucos segundos fizesse a alteração de pendurais e postigos. Na Descarga algumas alterações ao *layout* foram também levadas a cabo, para criar condições para introduzir algumas tarefas do operador logístico serem absorvidas.

Repare-se que de modo a substituir o sequenciador de *kanbans* (de fluxo de informação) entre os dois postos, foi criado um componente que permite transportar os *kanban* em todo o percurso da máquina de Pintura. O sistema de *kanbans* utilizado foi substituído por um de *kanbans* de uso único, permitindo a eliminação de mais de 800 cartões de identificação. Criaram-se dois tipos de *kanbans*: produto intermédio (rosa) e produção (amarelos). O processo de colocação dos *kanban* no Quadro de planeamento da Pintura passa a ser feito pelo Responsável Operacional. Quanto ao Responsável de Equipa fica com a tarefa de fazer o planeamento do fabrico. De forma a tornar o processo mais transparente e simples, foi criada uma ferramenta Excel[®] para criar planos para as células de fabrico manual e introduzido um sistema de cartões FIFO que auxilia a colocação do produto em bruto pela ordem que será carregado. A divisão de tarefas de planeamento do fabrico e da Pintura, permitiu uma redução do desperdício, reduzindo em cerca de 10 minutos o tempo de planeamento na secção.

Uma vez que o operador logístico tinha a tarefa de colocar os carros num supermercado de produto acabado, após pintura, e fazer a organização da sequência, procedeu-se à criação de um sistema para garantir o FIFO. No projeto foi igualmente executada uma classificação do

tipo de produto da secção de acordo com os consumos no período de Setembro a Dezembro, com o objetivo de redimensionar o supermercado de produto acabado, contudo por limitações de tempo não foi possível concluir o processo de quantificação dos *kanbans* e corredores guiados necessários para cada referência.

Estas alterações deverão contudo ser acompanhadas de modo a garantir que os balanceamentos para os postos correspondem ao trabalho efetivamente elaborado, que o trabalho *standard* definido é de facto executado diariamente na ordem definida.

Em relação à secção das prensas o objetivo prioritário consistia na criação de área para introdução de um novo projeto. Para tal, recorreu-se à análise das estruturas atuais, verificou-se uma baixa taxa de ocupação a nível das estantes metálicas. Com base na análise de estruturas de armazenamento, concluiu-se que a inclusão de carrinhos de arrumação de material seria uma boa hipótese. Calculando a área ocupada e material armazenado verificou-se que a introdução do referido sistema e arrumação ordenada das estruturas tipo contentor poderia trazer ganhos. De fato o projeto permitiu reduzir em tempo de movimentação de material permitindo reduzir 147 segundos no tempo de arrumação de 20 caixas em relação à arrumação em estantes. Quanto à antiga arrumação em paletes, reduz-se 107 segundos em tempo de arrumação para o mesmo número de caixas. Após implementação do sistema de carrinhos e arrumação das restantes estruturas de modo a maximizar a utilização do espaço de armazenamento de *stock* ganhou-se uma área de 33 m².

De modo geral os ganhos na secção das Prensas respeitam a redução da área ocupada com *stock*, através introdução de sistemas mais ergonómicos e flexíveis. Na secção da Pintura criou-se um fluxo de materiais e informação mais transparente com ganhos a nível de operadores e área. Com o apoio da ferramenta 5S's e definição de trabalho *standard* (normas de instrução visual e balanceamento de trabalho) criaram-se novos sistemas de gestão visual que facilitam a compreensão e prática das tarefas definidas para cada posto.

6.2 Outros Trabalhos

Em simultâneo com o projeto desenvolvido foram elaborados outros trabalhos na empresa. Estes trabalhos respeitam a várias secções e temas. Por limitações de espaço esses trabalhos são detalhados em Anexo, pela seguinte ordem:

- ANEXO A, contempla dois diagramas: *Bubble Diagram* GZT e *Bubble Diagram* GWI;
- ANEXO M, respeita um documento de *QCO*⁴³ para mudança de ferramenta da secção Chaminés;
- ANEXO N, corresponde a Normas de instrução visual para a secção dos Queimadores;
- Foram igualmente desenvolvidos outros projetos, entre eles a criação de planos de controlo, ou seja, documentos que permitem controlar o produto no início de cada produção. Estes referem-se à secção da Pintura, contudo por questões de confidencialidade não podem ser apresentados. De modo geral, a necessidade de elaboração dos documentos surge, por se verificar que apenas existia um documento geral para todas as famílias de produto das células manuais C1 e C2 e outro para a linha automática C6. O objetivo foi criar documentos de verificação

⁴³ *QCO* – *Quick Changeover*, mudança rápida de ferramenta

e controlo dos componentes para cada família de produto, tal resultou na elaboração de mais de 15 documentos.

6.3 Trabalhos Futuros

Relativamente ao trabalho na secção da Pintura deve rever-se, com base na classificação do tipo de produto o cálculo de *kanbans* como referido no relatório de modo a redefinir o supermercado de frentes pintadas.

Ao longo do trabalho desenvolvido na secção das Prensas verificou-se a existência de cerca de 15 referências com consumo muito baixo que funcionam por sistema *kanban* de reposição. Tal situação cria excedentes de *stock*, propõe-se então uma nova classificação ABC, já com dados relativos ao funcionamento com o novo número de *Pacemakers*. Após esta ação sugere-se que seja dado diferente tratamento a cada tipo de referência, assim:

- Tipo A – Funcionamento em supermercado funcionando por sistema puxado de produção (semelhante ao atual);
- Tipo B – Utilização de um sistema do tipo duas caixas. *Ross* (2004) refere que este sistema é efetivamente melhor se utilizado em produtos de menor procura com baixos *lead times* de reposição. O sistema consiste em duas caixas: quando uma é consumida (vazia) sinaliza necessidade de reposição, dando a ordem para uma nova produção (*Kerber & Dreckshage*, 2011);
- Tipo C – Produção por plano, ou seja, o fabrico está de acordo com as encomendas do cliente

7 Referências

- Aft, L. S. (2000). *Work Measurement & Methods Improvement*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Alukal, G., & Manos, A. (2006). *Lean Kaizen: a simplified approach to process improvements*. USA: ASQ Quality Press.
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial*. Porto Alegre: Bookman.
- Bosch, R. (14 de 09 de 2007). BPS - Bosch Production System. Germany: Intranet.
- Breyfogle III, F. W. (2003). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Cheng, T. C., & Podolsky, S. (1993). *Just-in-Time Manufacturing: An Introduction*. Cambridge: Chapman & Hall.
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Switzerland: GembaKaizen.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. New York: Productivity Press.
- Dolcemascolo, D. (2006). *Improving The Extended Value Stream: lean for the entire supply chain*. New York: Productivity Press.
- Garcia, E., Reis, L., Machado, L., & Filho, V. (2006). *Gestão de estoques: Otimizando a logística e a cadeia de suprimentos*. Rio de Janeiro: E-papers .
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2011). *Operations And Supply Chain Management* . New York: Mc Graw-Hill.
- Kerber, B., & Dreckshage, B. J. (2011). *Lean Supply Chain Management Essentials: A Framework for Materials Managers*. USA: Taylor & Francis.
- Lai, K.-h., & Cheng, T. (2009). *Just-In-Time Logistics*. Great Britain: Gower Publishing.
- Lean Enterprise Institute, I. (2008). *Lean Lexicon*. Cambridge: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Locher, D. (2011). *Lean Office and Service Simplified: The Definitive How-To Guide*. USA: Taylor & Francis.
- Ohno, T. (1997). *O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Bookman.
- Patty, R. M., & Denton, M. A. (2010). *Lean Operations for Engineering, Procurement and Construction: Shorten Cycle Time, Eliminate Error, Improve Quality, Reduce Costs*. USA: Universal-Publishers.
- Ross, D. F. (2004). *Distribution: Planning and Control: Managing in the Era of Supply Chain*. USA: Kluwer Academic Publishers.
- Rother, M., & Harris, R. (2001). *Creating Continuous Flow: an action guide for managers, engineers & production associates*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, Inc.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning To See: value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, Inc.

- Shah, J. (2009). *Supply Chain Management: text and cases*. India: Dorling Kindersley.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge: Productivity Press.
- Smalley, A. (2004). *Creating Level Pull*. Cambridge: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Team, P. P. (1996). *5s for Operators: 5 Pillars of the Visual Workplace*. New York: Productivity Press.
- Team, P. P. (2002). *Kanban for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.
- Team, P. P. (2002). *Pull Production for the Shopfloor*. USA: Productivity Press.
- Townsend, B. (2012). *The basics of Line Balancing and JIT Kitting*. New York: CRC Press.
- Trilogiq SA. (12 de 2006). Catálogo Trilogiq SA. França: Iris Impression S.A.
- Vatalaro, J. C., & Taylor, R. E. (2003). *Implementing a Mixed Model Kanban System: The Lean Replenishment Technique for Pull Production*. USA: Productivity Press.
- Wisner, J. D., Tan, K.-C., & Leong, G. K. (2009). *Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach*. USA: South-Western.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press.

ANEXO A: Bubble Diagrams

Foram elaborados *Bubble Diagrams* da empresa para os produtos GWI e GZT. Para o desenvolvimento destes documentos foi necessária uma análise de todos os processos, recolha de informação acerca dos equipamentos, tipo de peças fabricadas e relação com os processos a montante e a jusante na cadeia de valor.

Por questões de confidencialidade e por se tratar de informação sem valor acrescentado para o projeto foram omitidos os nomes das secções exceto as secções das Prensas e Pintura, de modo a localizar as duas secções analisadas na dissertação dentro da empresa. Estas estão marcadas a vermelho (no documento original tal não acontece).

Repare-se que este tipo de Diagrama permite representar a informação visualmente por meio de “bolhas”, tornando o fluxo mais perceptível e as relações entre processos mais claras. No documento elaborado atribuíram-se cores de acordo com o número de processos fornecedores ou clientes internos. A nível de fornecimento funciona do seguinte modo:

- Azul – 1-1, ou seja, um processo fornece um processo
- Amarelo – 1-2 ou 2-1, isto é, um processo fornece dois ou dois processos fornecem um.
- Castanho – Outros, quando as situações acima não se aplicam.

Outros	1 - 2 2 - 1	1 - 1
--------	----------------	-------

Começa-se portanto por apresentar o diagrama para GWI e em seguida o do GZT.

AvP Processes Bubble Diagram - GWI

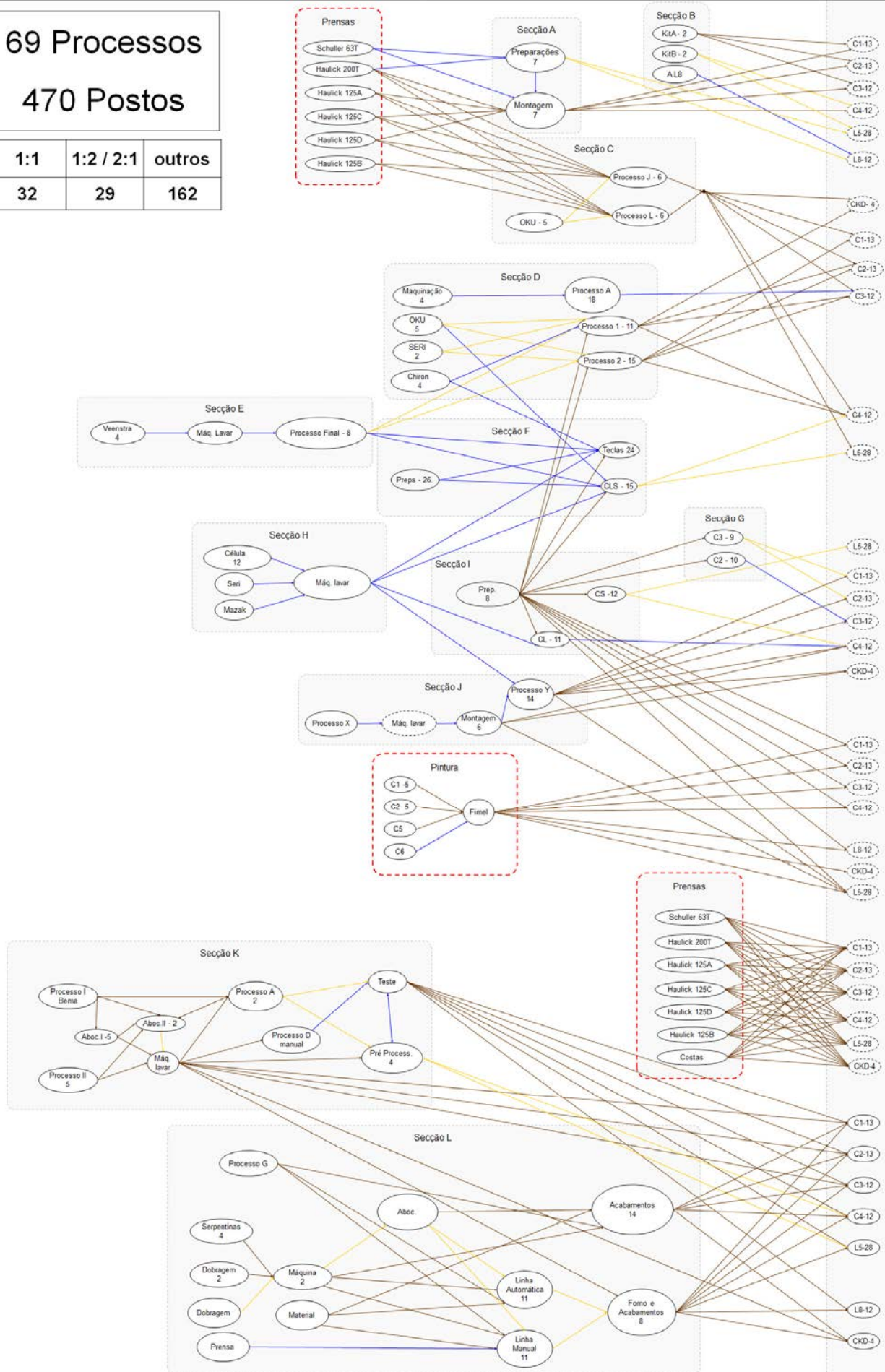


69 Processos

470 Postos

1:1 1:2 / 2:1 outros

32 29 162

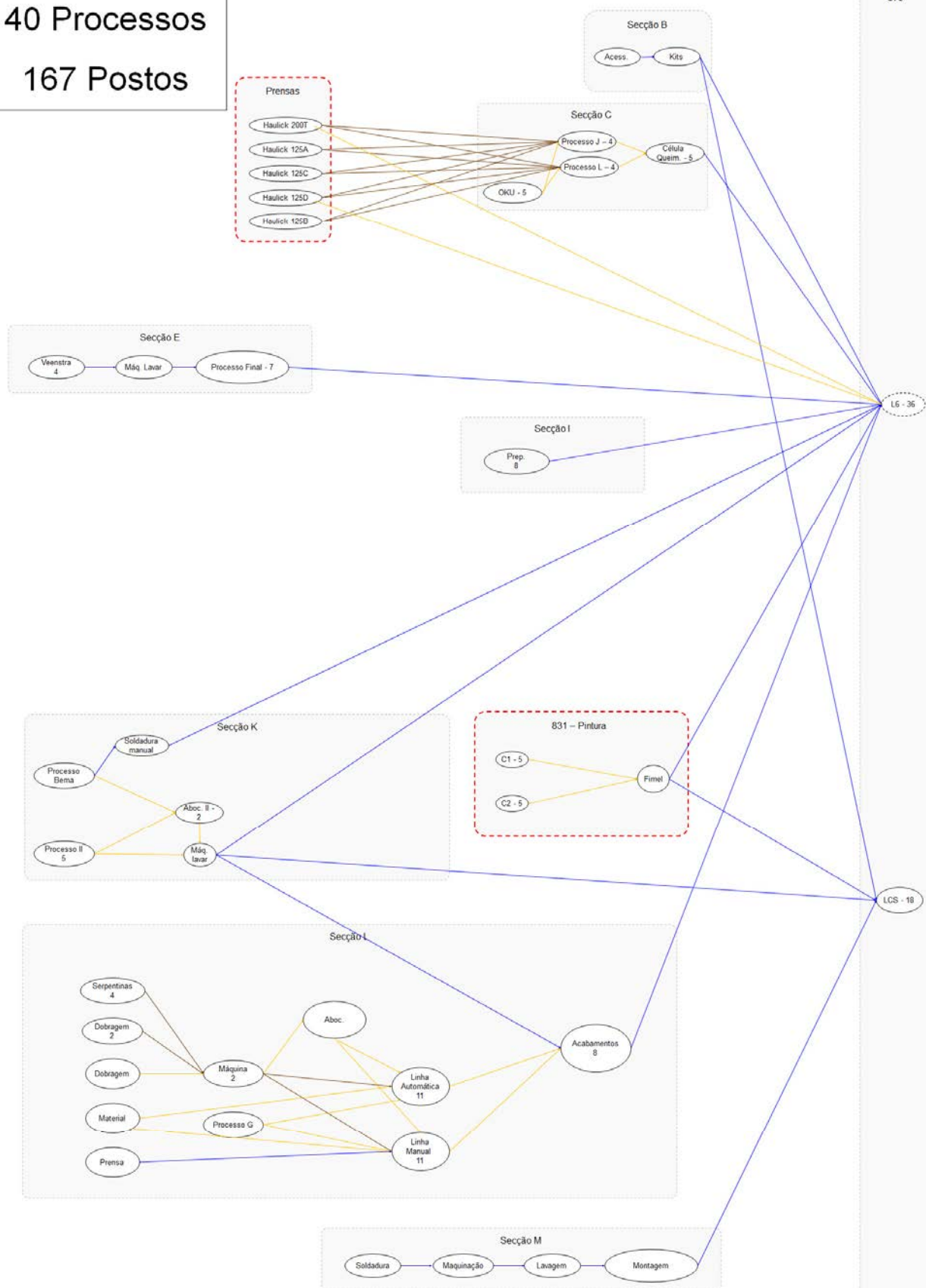


AvP Processes Bubble Diagram – VSD GZT



BOSCH

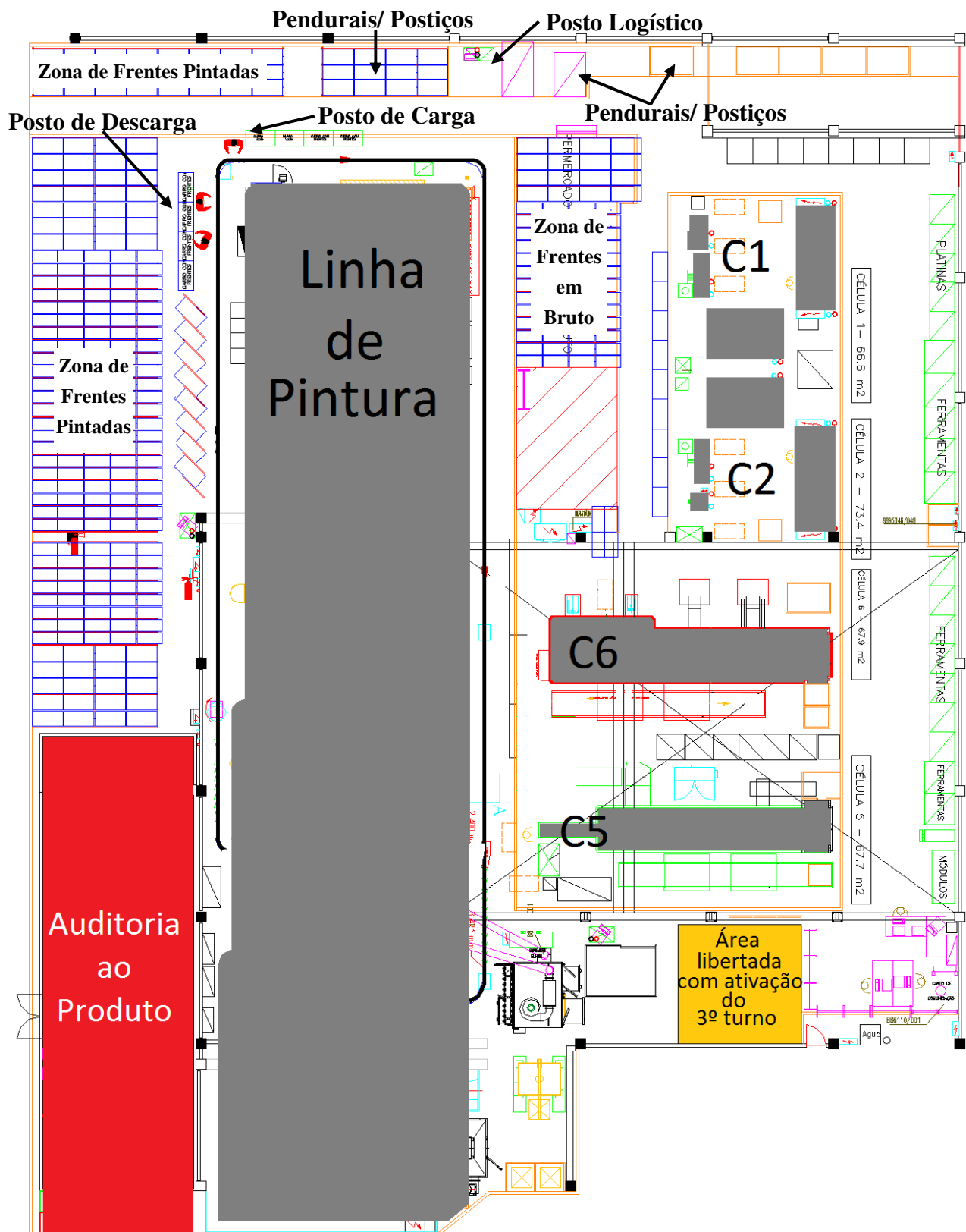
40 Processos
167 Postos



Outros	1 - 2 2 - 1	1 - 1
14	22	20

ANEXO B: *Layout* inicial da secção da Pintura

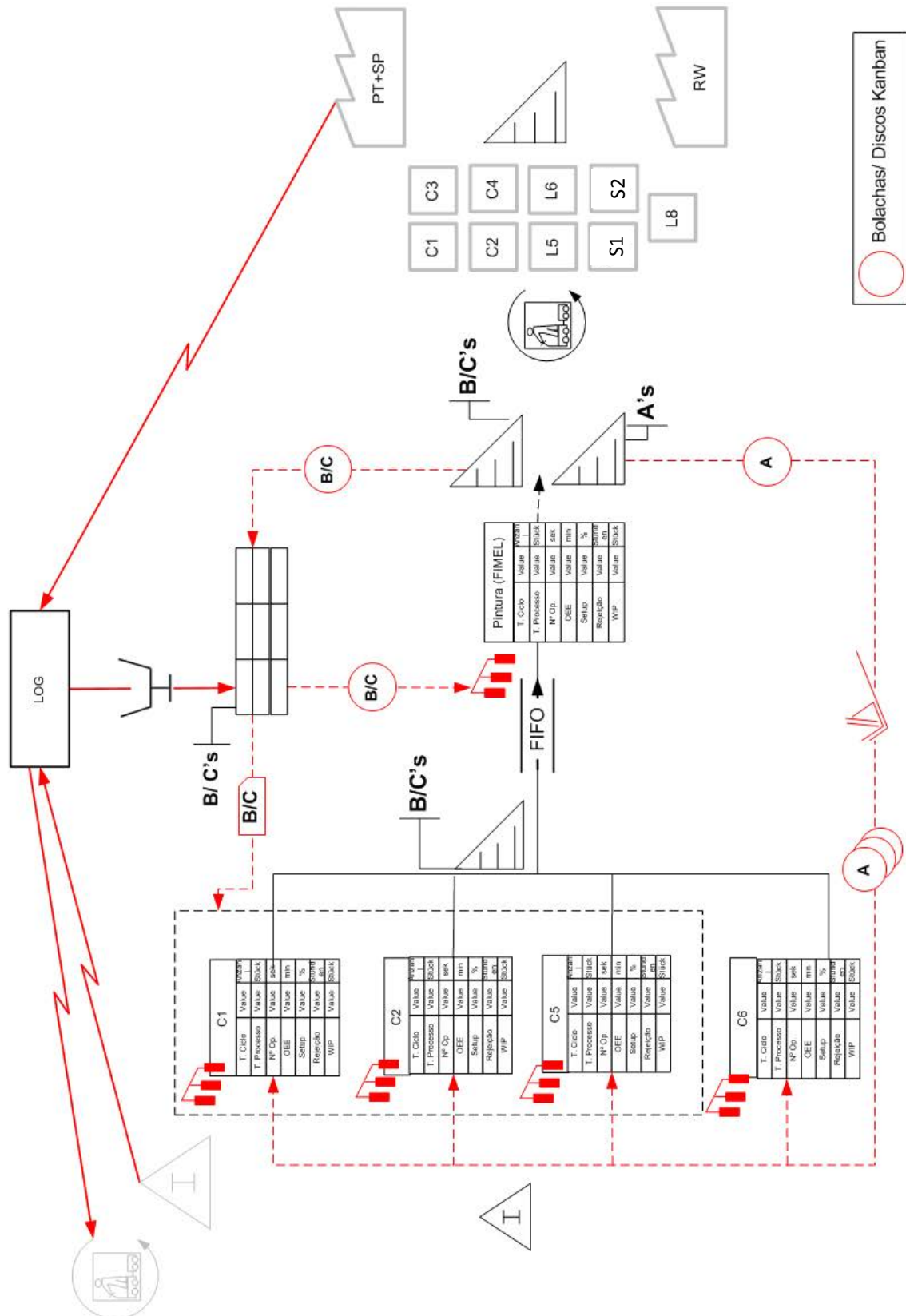
Layout inicial da secção da Pintura, identificada por zonas e postos. As zonas marcadas a cinzento referem-se aos equipamentos de maquinaria da secção.

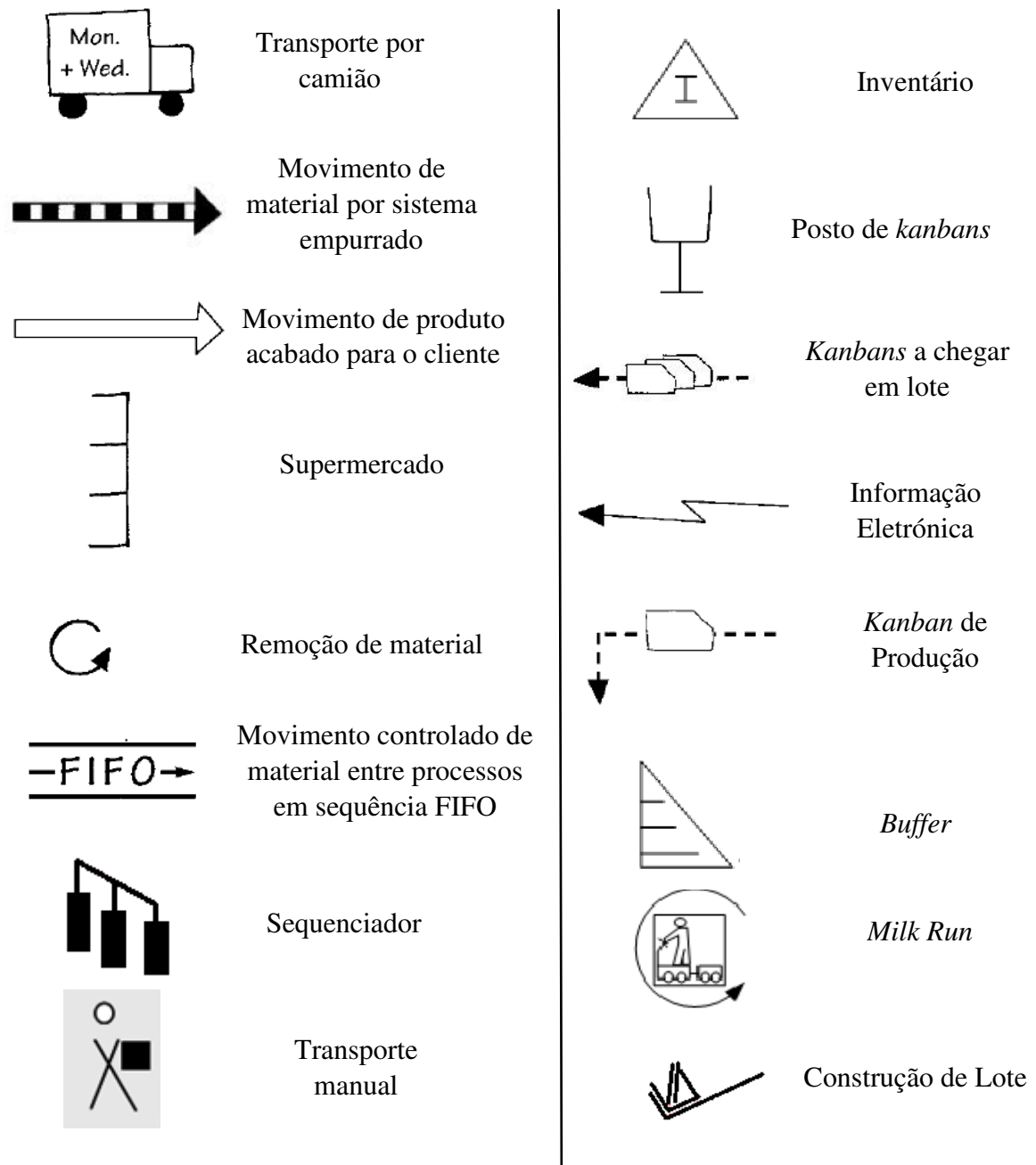


ANEXO C: Mapa da Cadeia de Valor Inicial da secção de Pintura

Por questões de confidencialidade as informações relativas aos processos não podem ser apresentadas.

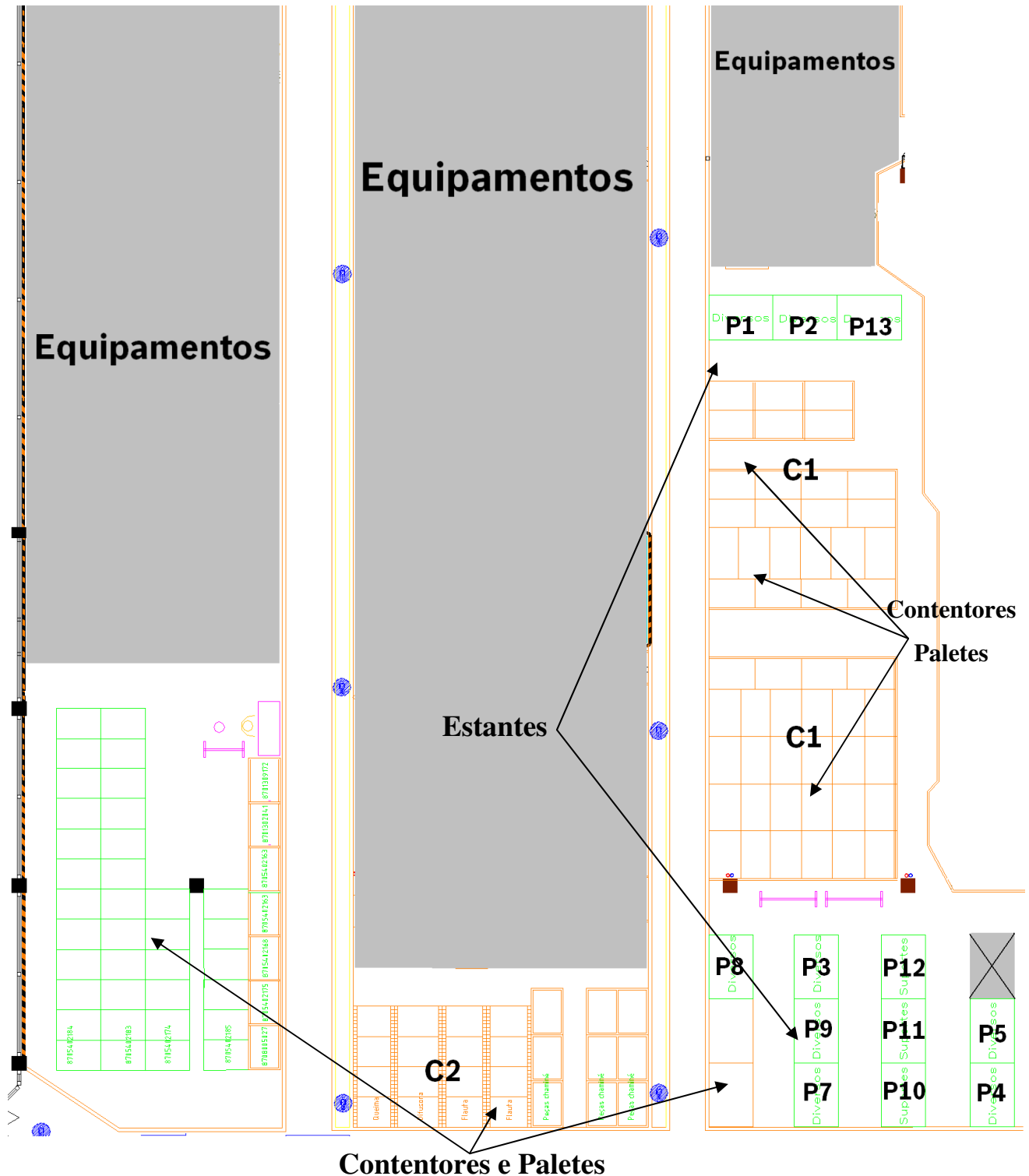
De modo a compreender melhor o mapa da cadeia de valor, alguns símbolos devem ser tidos em conta (*Rother & Shook, 2003*):





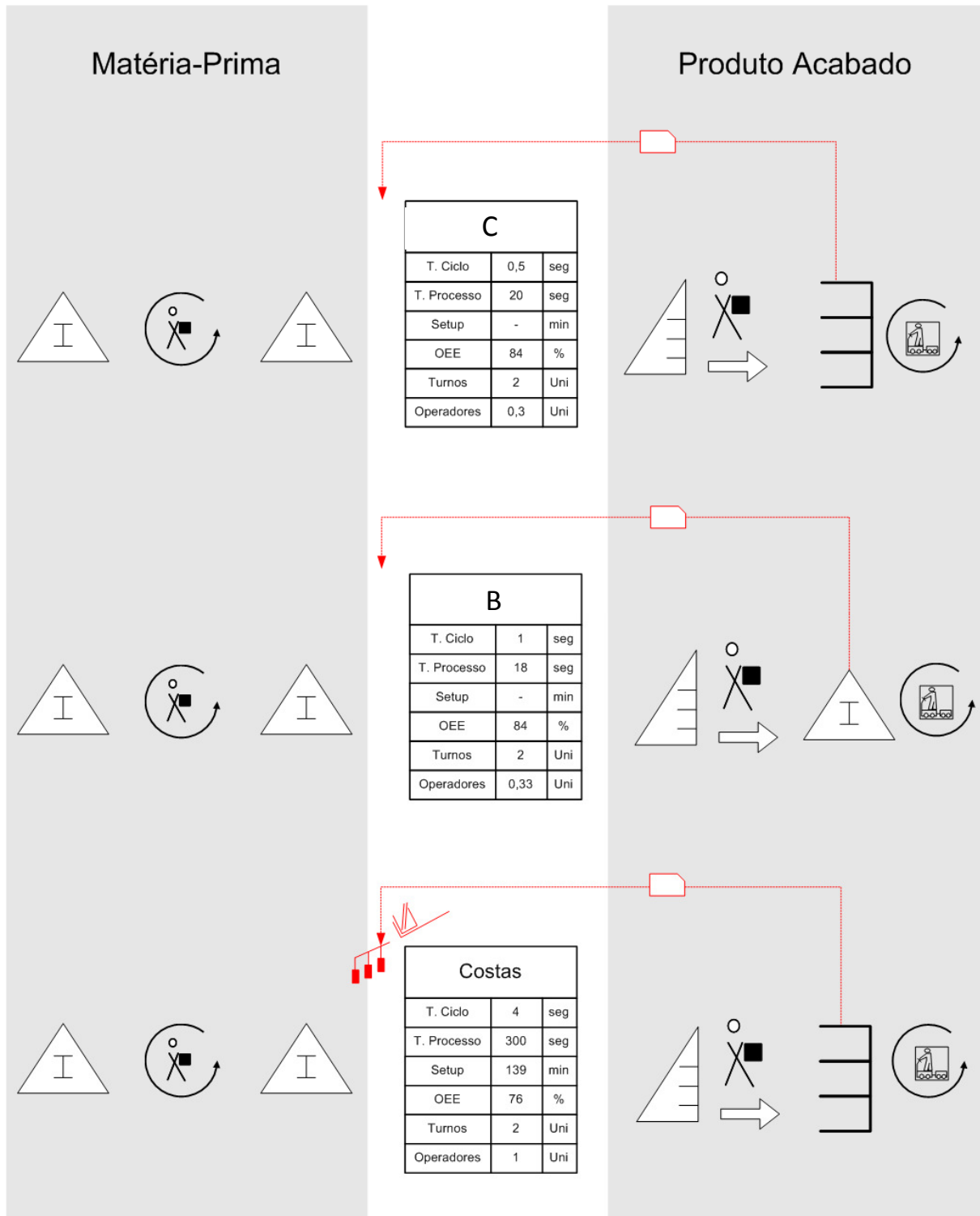
ANEXO D: *Layout* inicial da secção das Prensas

A zona a cinzento refere-se às prensas e linha de produção das costas da secção. Repare-se que os tipos de estruturas de armazenamentos estão identificados de modo a tornar mais clara e simples a compreensão, uma vez que são estes os pontos mais importantes da análise no projecto.

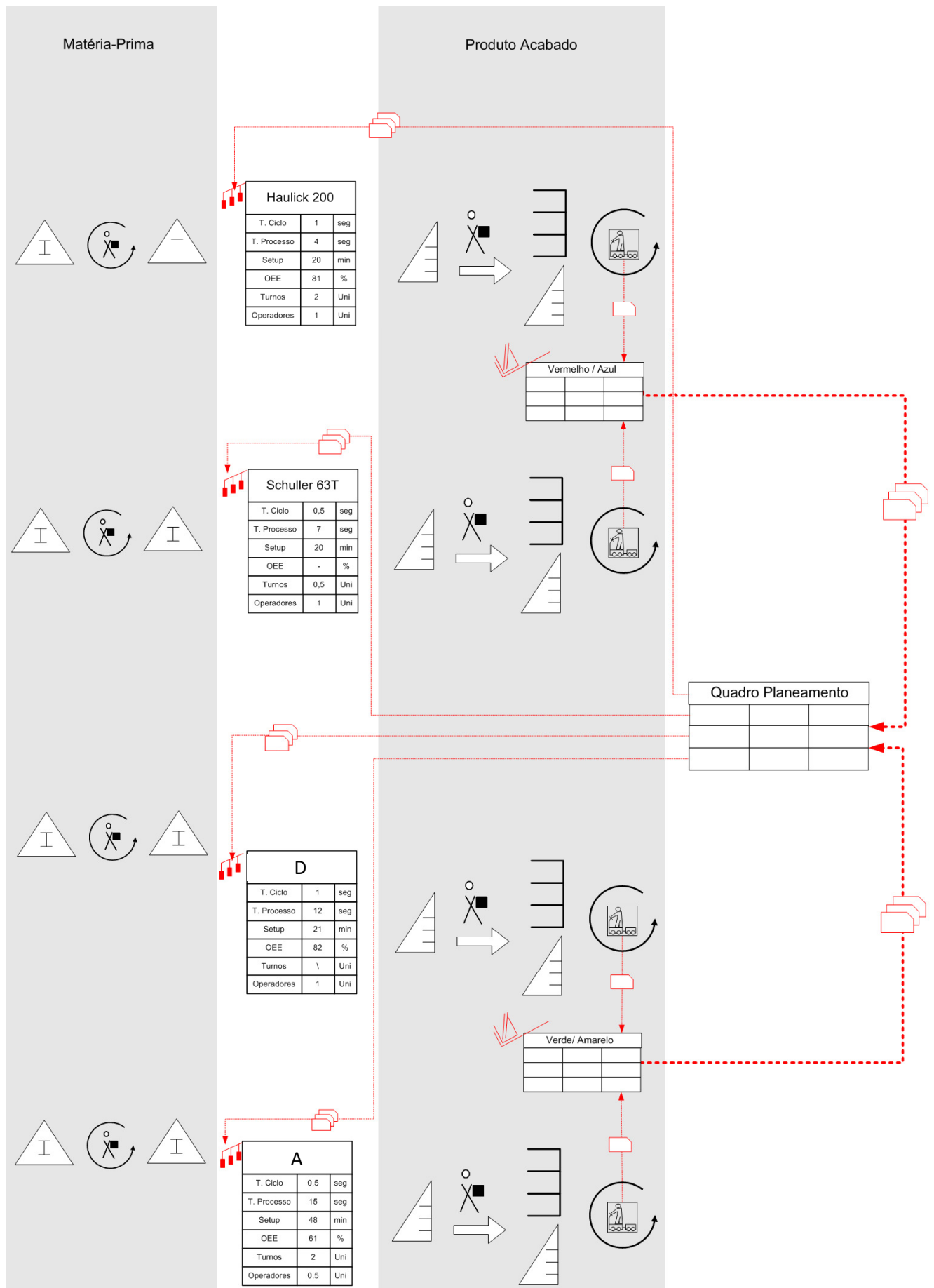


ANEXO E: Mapa Cadeia de Valor para a secção das Pressas

- Mapa inicial para os Equipamentos *Haulick C*, *Haulick B* e *Costas*

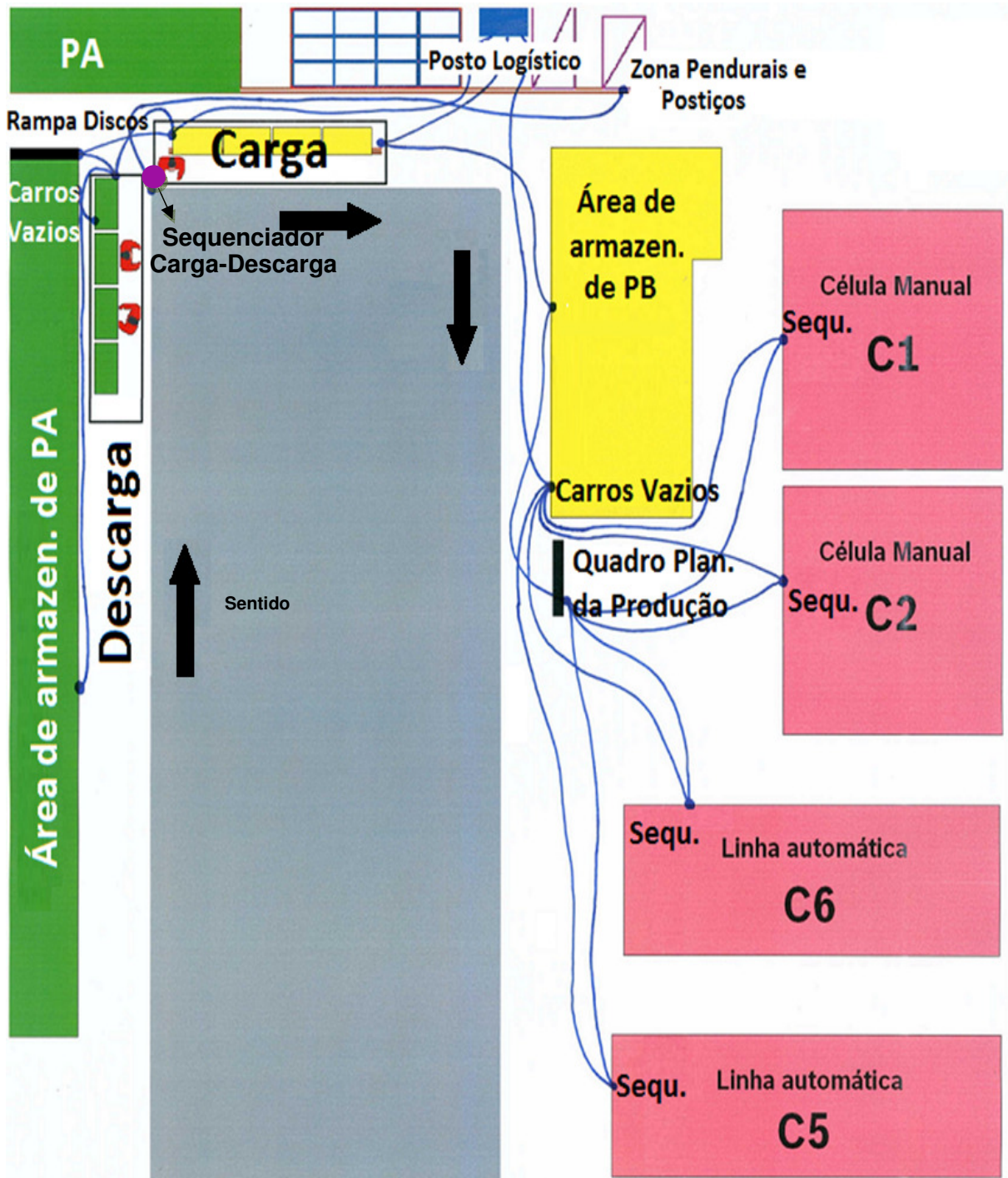


- Equipamentos *Haulick 200T*, *A*, *D* e *Schuler*

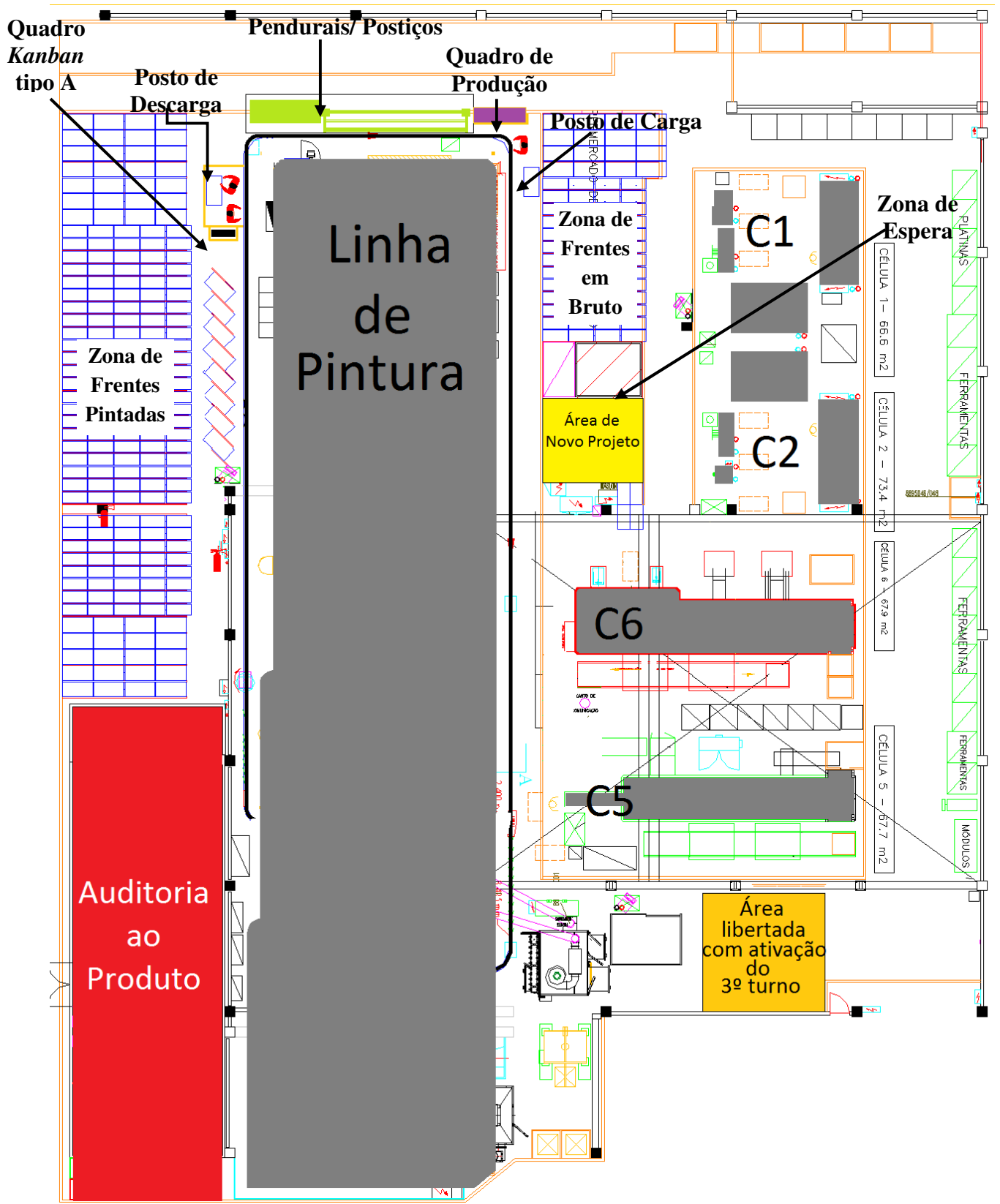


ANEXO F: Diagrama *Spaghetti* para a rota do operador logístico

Para a elaboração do diagrama percorreu-se o percurso referente à rota do operador logístico, verificando todas as paragens e tempo para deslocações entre paragens.



ANEXO G: Layout final da secção da Pintura após projeto



ANEXO H: Normas de Instrução Visual - Pintura

De modo a permitir que os operadores da Descarga executem as suas tarefas de modo uniforme, criaram-se normas de instrução visual, partindo de imagens, esquemas, frases simples e fluxogramas acessíveis. Coimbra refere a importância do aspeto visual do *standard*, indicando que um standard baseado em imagens e desenhos são rápida e facilmente entendida, ao contrário das instruções baseadas em texto e *standards* descritivos utilizados em várias fábricas. Tal cria portanto, transparência no processo e melhora a qualidade da informação fornecida. Como tal foram elaboradas NIV's⁴⁴ para todos os postos e funções modificadas ao longo do trabalho:

1. NIV – Posto de Carga
2. NIV – Posto de Descarga
3. NIV – Quadro de Planeamento da Produção
4. NIV – Construção de Lote
5. NIV – Troca de modelos – Pendurais e postiços
6. NIV – Inspeção Visual de Postiços
7. NIV – Inspeção Visual de Pendurais
8. NIV – FIFO no Supermercado de frentes pintadas
9. NIV – Descarga no Supermercado de Frentes Pintadas
10. Folha de Assinaturas e Policompetências
11. NIV – Utilização dos Sequenciadores das células manuais
12. NIV – Utilização da Ferramenta de Planeamento
13. NIV – Planeamento do Fabrico

Seguem as nove primeiras normas e o ponto 10 relativo à folha de Assinaturas e cartões Policompetências.

⁴⁴ Abreviatura de Normas de Instrução visual

1. NIV – Posto de Carga

Norma de Instrução Visual

Procedimento



Zona de Carga

Esta instrução define o procedimento a realizar pelo Operador da Carga :



Referências B/C's

1º Passo. Ver no Quadro de Planeamento da Produção o kanban que se segue e se tem bolacha

Há bolacha da linha do kanban?

Sim

Não

Buscar carro com frentes desse kanban



Passar para seguinte kanban planeado no quadro e voltar ao 1º Passo

2º Passo. Caso necessário trocar pendurais de acordo com o modelo a carregar (ver NIV Troca de Pendurais/ Postiços e Inspeção de Pendurais/ Postiços)



3º Passo. Buscar suporte de kanban e introduzir o kanban amarelo no interior. Pôr a bolacha e o suporte no 1º pendural.

4º Passo. Retirar kanban rosa do carro e colocar na caixa para o efeito

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	29.11.2012	Rita Costa		BPS

Norma de Instrução Visual**Procedimento****Zona de Carga**

5º Passo. Carregar frentes nos postigos. Ver informação abaixo



Nº Op. na Descarga	Espaços vazios entre lotes	Espaços vazios entre pendurais completos (observações)
1	2	Preencher pendurais de modo intercalado (Cheio/ Vazio/Cheio/ Vazio...) (*)
2	2	Preencher de modo seguido



(*) para dar tempo à inspecção visual na descarga

6º Passo. Voltar ao **1º Passo**, levar carro vazio à zona de “Carros Vazios” e trazer o carro cheio para a próxima referência a carregar

Referências A's

Referências tipo A (que não têm kanban amarelo) são prioritárias em relação às restantes.

Excepção: Se se está perto da Hora limite de Produção (Hora indicada na ranhura onde o kanban está colocado) de uma referência de tipo B/C e há referências A para carregar, carrega-se primeiro a B/C.

Modo de Carga: O mesmo que para B/C's, mas não coloca suporte com kanban amarelo (kanban colocado na descarga), só coloca a bolacha

Outros Componentes

No caso de necessidade de pintar “outros componentes”.



1º. Retirar das caixas que estão na Carga os componentes necessários

2º. Colocar no pendural indicado, preso por arames

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	29.11.2012	Rita Costa		BPS

2. NIV – Posto de Descarga

Norma de Instrução Visual

Procedimento



Zona de Descarga

Esta instrução define o procedimento a realizar pelo(s) Operador(es) da Descarga :

2 Operadores

(Espaços vazios entre lotes – 2; Dentro do lote todos os pendurais cheios)

1



1º. Operador 1: Observa o lote que chega no transportador e vai buscar respectivo carro vazio, passa na rampa de discos kanban e verifica se tem bolachas. Se tiver coloca num pendural para enviar para a Carga

Operador 2: Leva carro completo para o Supermercado de Frentes Pintadas

2º. Operador 1/2: Verificar referência da frente. Se:

B/C – Retirar bolacha e suporte de kanban, tirar kanban e colocar no carro

2



A – Retirar bolacha e tirar kanban do “Carro de kanbans” e colocar no carro

2



3



3º. 2 Operadores: Tirar frente do pendural, inspeccionar as 3 faces (segundo NIV do Quadro de “Defeitos Visuais – Critérios de Aceitação”.

- Se tem Defeito rejeita
- Se tem dúvida – consultar quadro e IPQ

Frente rejeitada pode ser recuperada no momento?

Sim

Utilizar equipamento disponível no posto para recuperar



Não

Colocar no carro de frentes para recuperar



NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	27.11.2012	Rita Costa		BPS

Norma de Instrução Visual**Procedimento****Zona de Descarga**

4º. 2 Operadores: Colocar frentes no carro.

5º. Operador 1/2: Registrar a quantidade descarregada para o carro.

6º. Operador 2: Transporta o carro para a zona de armazenamento.

Carro está completo?

Sim

Não

Levar carro para o supermercado de frentes pintadas, para o raque indicado



Levar carro para zona de carros incompletos e colocar placa informativa de "Stop"



Quando descarregar frente recuperada colocar no carro, retirar placa e colocar no supermercado

1 Operador

(Espaços vazios entre lotes – 2; Dentro do lote pendurais cheios de modo intercalado – Cheio/ Vazio/ Cheio/ Vazio...)

Desempenha todas as tarefas acima indicadas de forma individual.

- Se verificar que não estão a ser deixados os espaços/ pendurais vazios necessários deve comunicar ao Operador da Carga

Outros componentes (ex. Anéis, Cotovelos,...)

Deve verificar se já estão devidamente pintados.

Não Pintados: deve retirá-los e mudar a posição

Pintados: Retirar e colocar na caixa respectiva



NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	27.11.2012	Rita Costa		BPS

3. NIV – Quadro de Planeamento da Produção

Norma de Instrução Visual

Procedimento



Quadro de Planeamento da Produção



1º. Responsável imprime cartões kanban (p/ dia seguinte) diariamente para cada célula final : rosa (ref.B/C's) e amarelos (todas ref.)

2º. Para B/C's, Consultar plano diário de Produção do dia seguinte, ver hora do cliente e calcular hora de pintura:

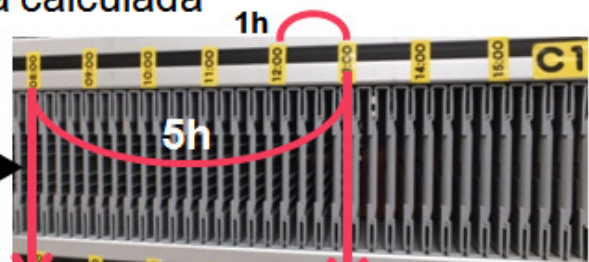
Material	Qtd.teór	SEQUÊNCIA
431-072	16	2131514
431-072	32	2133500
431-060	16	2140622
421-723	16	2152524

Hora do Cliente:
13h00 (aprox.)

Turno

- Produção é programada para 5 horas antes da hora do cliente, logo:
Hora de Produção (Fabrico+Pintura) = Hora do Cliente – 5 horas

3º. Introduzir kanbans nas ranhuras do Quadro (na zona da Carga), para a hora calculada



Hora de
Produção

Hora do Cliente

Colocar kanban rosa á
frente do amarelo



4º. Para A's, colocar kanbans no Carro de cartões Kanban (na zona da descarga)

NIVnº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	27.11.2012	Rita Costa		BPS

4. NIV – Construção de Lote

Norma de Instrução Visual

Procedimento



Quadro de Construção de Lote

Esta instrução define o procedimento a realizar pelo Operador da Carga no quadro de construção de lote:



1º. Retirar sempre que existam bolachas do pendural do sequenciador (e suporte metálico dos kanbans)

2º. Verificar de que tipo de Bolacha se trata:

Bolacha com referência da frente



Bolacha com identificação de linha Cliente



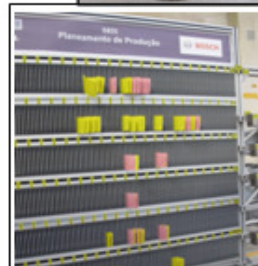
Colocar bolacha na caixa do lote da referência

- Quando o número de bolachas na caixa de construção de lote atinge o tamanho de lote, levar caixa até ao sequenciador da célula produtiva indicada na mesma



Tamanho de lote

Célula Produtiva



Passo 1. Ver no quadro de Planeamento da Produção qual a próxima referência da linha cliente da Bolacha.

Passo 2. Ir à zona de armazenamento de Frentes em Bruto, ver se a referência já está produzida.

- **Produzida**
Carregar frentes



- **Não Produzida**
Colocar bolacha na zona identificada, verificar regularmente se já foi produzida



NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	27.11.2012	Rita Costa		BPS

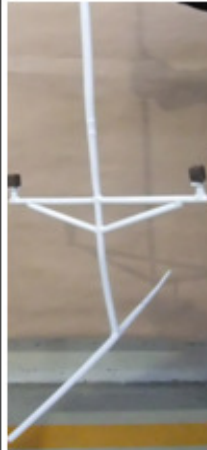
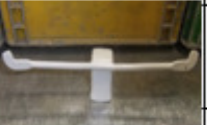
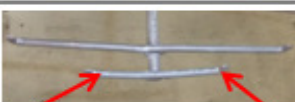
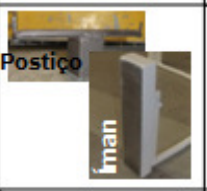
5. NIV – Troca de modelos – Pendurais e Postiços

Norma de Instrução Visual

Procedimento



Troca de modelos – Pendurais e Postiços

Pendural	Famílias	Postiço	Observações
	Clássicos 5		
	Clássicos 10 ,13 ,16		10 / 11 
	Compact1 11 ,14 ,18		13 / 14 CALDEIRAS 
	Compact2 11 ,14 ,18		16 / 18 
	Ventilados	 Íman	
	World2 SolarBox Caldeiras	 Postiço Fixo	 Zona colocação World2  Zona colocação SB e Caldeiras
	Baxi	 Íman	
	Silencor	 Postiço Íman	
	Outras peças		Verificar arames para prender as peça e se é necessário trocar posição após primeira pintura

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	27.11.2012	Rita Costa		BPS

6. NIV – Inspeção Visual de Postiços

Norma de Instrução Visual

Procedimento



Inspeção Visual de Postiços

Esta instrução define os procedimentos a realizar diariamente na Mudança de Postiços pelo Operador:

- O Operador deve verificar se o pendural e postiços estão em conformidade de acordo com a tabela.

Postiços			
Motivo:	Excesso de tinta		Troca de Modelo
Conforme			Ver Postiços por família em NIV Troca de Pendurais/ Postiços
Não conforme			
Problemas Associados	Dificuldade de encaixe de postiços no pendural	Dificuldade de encaixe das frentes no postiço	

Caso seja **Não Conforme** o Operador deve colocar na caixa com indicação de “Não Conforme”.

Caso seja **Conforme** e quiser trocar o postiço deve colocar na caixa com indicação de “Conforme”.

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	30.11.2012	Rita Costa		BPS

7. NIV – Inspeção Visual de Pendurais

Norma de Instrução Visual

Procedimento



Inspeção Visual de Pendurais

Esta instrução define os procedimentos a realizar diariamente na Mudança de Pendurais pelo Operador:

- O Operador deve verificar se o pendural e postigos estão em conformidade de acordo com a tabela.

Pendurais			
Motivo:	Excesso de tinta	Empenado	Troca de Modelo
Conforme			Ver famílias de Pendurais em NIV <i>Troca de Pendurais/ Postigos</i>
Não conforme			
Problemas Associados	Excesso de peso, dificuldade encaixe de postigos	Desalinhamento das peças no processo de pintura	

Caso seja **Não Conforme** o Operador deve colocar no suporte para pendurais, na zona com indicação de “Não Conforme”.

- Quando se tem 5 pendurais não conformes, colocar fita-cola e inserir no contentor para Limpeza

Caso seja **Conforme** e quiser trocar o pendural deve colocar no suporte com indicação de “Conforme”.

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	30.11.2012	Rita Costa		BPS

8. NIV – FIFO no Supermercado de Frentes Pintadas

Norma de Instrução Visual

Procedimento



FIFO no Supermercado de Frentes Pintadas

Esta instrução define o procedimento a realizar pelo Operador Logístico no Supermercado de Frentes Pintadas: **Células Finais com dois Raques**

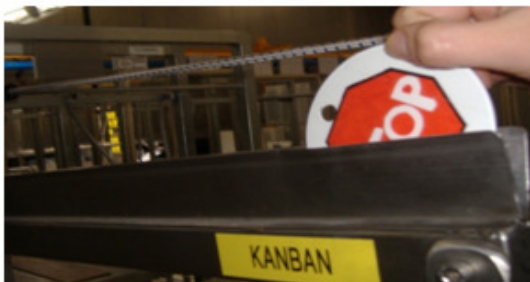
1º. Retirar carro do raque onde está pendurada a **Bolacha verde** (“Carro para Consumo”)



2º. Carro seguinte tem bolacha “Stop” ?

Sim

Pendurar **Bolacha verde** no gancho do raque do lado (da mesma célula), retirar a sua bolacha “Stop” e colocar no sequenciador



Não

Não movimentar a **Bolacha verde**

Para todos os casos

3º. Colocar Bolacha com indicação da referência ou da célula na rampa de kanbans



NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	27.11.2012	Rita Costa		BPS

9. NIV – FIFO no Supermercado de Frentes Pintadas (Descarga)

Norma de Instrução Visual

Procedimento



FIFO no Supermercado de Frentes Pintadas (Descarga)

Esta instrução define o procedimento a realizar pelo(s) Operador(es) da Descarga na colocação de carros no Supermercado de Frentes Pintadas:

Células Finais com dois Raques

- 1º. Colocar o primeiro carro no raque onde está pendurada a **Bolacha verde**



2º. Raque está completo?

Sim

Não

Colocar bolacha "Stop" no suporte do carro juntamente com o kanban e bolacha da célula.

Inserir carro no raque do lado



Continuar a colocar carros nesse raque

Nota: Sempre que se preencher um raque é necessário colocar a bolacha "Stop" no carro seguinte (ou seja, bolacha Stop colocada em média de 4 em 4 carros)

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	14.12.2012	Rita Costa		BPS

10. Folha de Assinaturas e Policompetências

De modo a garantir que os operadores têm conhecimento das normas de instrução visual, conhecem o modo *standard* de trabalho e se comprometem a cumpri-lo foram criadas folhas de assinatura. Estes documentos estão colocados juntamente com a NIV no posto referente e devem ser assinados pelo colaborador após formação.

Posto de Descarga			
Confirmo, que tomei conhecimento e compreendi o procedimento indicado na Norma de instrução Visual referente ao Posto de Descarga (com nº NIV_XXX_XXX) da secção da Pintura da Bosch Termotecnologia SA.			
Data	Nº Colab.	Nome Colaborador	Rúbrica

Note-se que, para garantir a segurança do operador, apenas colaboradores com formação no posto podem operar no mesmo. De forma a confirmar se o operador do posto está apto e recebeu formação, existem cartões Policompetências (um por colaborador), no qual está indicado o tipo de posto em que pode trabalhar. Estes cartões estavam normalmente colocados num só quadro (matriz) com indicação dos postos de cada secção, criando falhas a nível da confirmação e até de organização, uma vez que por vezes era necessária a troca de colaboradores entre postos e a matriz não era atualizada.

Como tal, para tornar o processo mais transparente e facilitar a confirmação de aptidão para um posto, foram colocadas nas secções, em cada posto, um local para colocação do cartão Policompetências (como retrata a seguinte imagem).



ANEXO I: Zona de Pendurais

A zona de Pendurais e Postiços sofreu modificações, a sua deslocação até à zona onde atualmente se encontra permite que seja o operador da Carga a fazer a alteração dos postiços e pendurais. As figuras abaixo referem-se a esta zona após a alocação junto ao Posto de carga.



Após esta alteração, concluiu-se que seria necessária a alteração das estruturas de arrumação destes acessórios. Assim procedeu-se à criação de um “estendal” de pendurais, nos quais são guardados. Nesta estrutura são arrumados separadamente de acordo com a sua condição:

- Com excesso de tinta ou empenados
- Bons para utilização



Para colocação dos postigos de modo a ser mais acessível para o operador da Carga colocaram-se caixas plásticas com estes acessórios para a mudança ser mais rápida. Por meio de um suporte colocado no Quadro de Produção, no qual as caixas estão suportadas (ver imagem abaixo).



ANEXO J: Cálculo de *Kanbans*

Antes de mais deve indicar-se novamente a fórmula *kanban* utilizada na empresa, no sistema BPS:

$$K = RE + LO + WI + SA$$

Tempo de Reposição

O tempo de reposição do produto corresponde ao tempo desde que o Milk Run deixa um disco *kanban* na calha, até ao momento em que o carro é colocado no supermercado de frentes pintadas. Para o cálculo deste tempo é necessário que o processo com as novas alterações implementadas estabilize de modo a obter tempos mais fiáveis. Contudo será necessária a medição de tempos, tendo em conta também dados já existentes. Para o tempo de reposição é considerado:

- Tempo médio desde a calha de discos *kanban* até à caixa de construção de lote;
- Tempo de movimentação entre a caixa de construção de lote e a respetiva célula ou linha de fabrico;
- Tempo médio de espera até *setup* (note-se que se consideram dois ciclos ainda em fabrico, antes do lote em análise);
- Tempo médio de mudança de ferramenta;
- Tempo de produção de um carro (ou *kanban*);
- Tempo médio de espera de um carro no *buffer* para ser carregado na linha de Pintura;
- Tempo médio de Pintura (uma hora e quinze minutos para todo o tipo de referências);
- Tempo de Descarga e tempo de deslocação até ao local definido no supermercado de frentes pintadas.

A soma destes tempos contribui para o cálculo do fator RE, que tem em consideração a procura média diária e o tempo de produção planeada.

Tamanho do Lote

Para o cálculo do tamanho de lote deve partir-se do método EPEI, *Every Part Every Interval*. Note-se que para o cálculo é necessário começar por determinar o tempo do equipamento disponível para a execução de mudanças de ferramenta. Este cálculo deve ser feito para as referências de tipo A, de acordo com:

- Tempo de ciclo de produção
- Tempo médio de mudança de ferramenta
- Quantidade média diária de cada produto.
- Tempo de produção planeada

Com base nestes valores pode determinar-se o tempo disponível para mudanças de ferramenta, por meio da fórmula (1)

$$(1) \text{ Tempo Disponível p/ mudança de ferramenta} = \text{Tempo Produção Planeada} - \text{Tempo médio de Produção por dia}$$

Partindo do tempo determinado para mudanças de ferramenta, pode calcular-se o número médio de mudanças diárias, ver (2)

$$(2) \text{ N}^\circ \text{ médio mudanças diárias} = \text{Tempo Disponível para Mudanças} / \text{Tempo por mudança}$$

Após o cálculo do número médio de mudanças por dia, pode determinar-se o número de mudanças de ferramenta para cada produto (referência), tal é calculado de acordo com a percentagem de quantidade de determinada referência face às restantes, isto é,

$$(3) \text{ N}^\circ \text{ mudanças por produto} = \text{N}^\circ \text{ mudanças diárias} \times (\text{Quantidade por produto} / \text{Quantidade Total})$$

Refira-se que o tamanho de lote é calculado pela equação seguinte:

$$(4) \text{ Tamanho Lote} = \text{Quantidade Média por dia} / \text{N}^\circ \text{ de mudanças}$$

Note-se que estes valores são essenciais para o cálculo do número de *kanban*, contribuindo para o fator **LO** da fórmula *kanban*, correspondendo à cobertura do tamanho de lote.

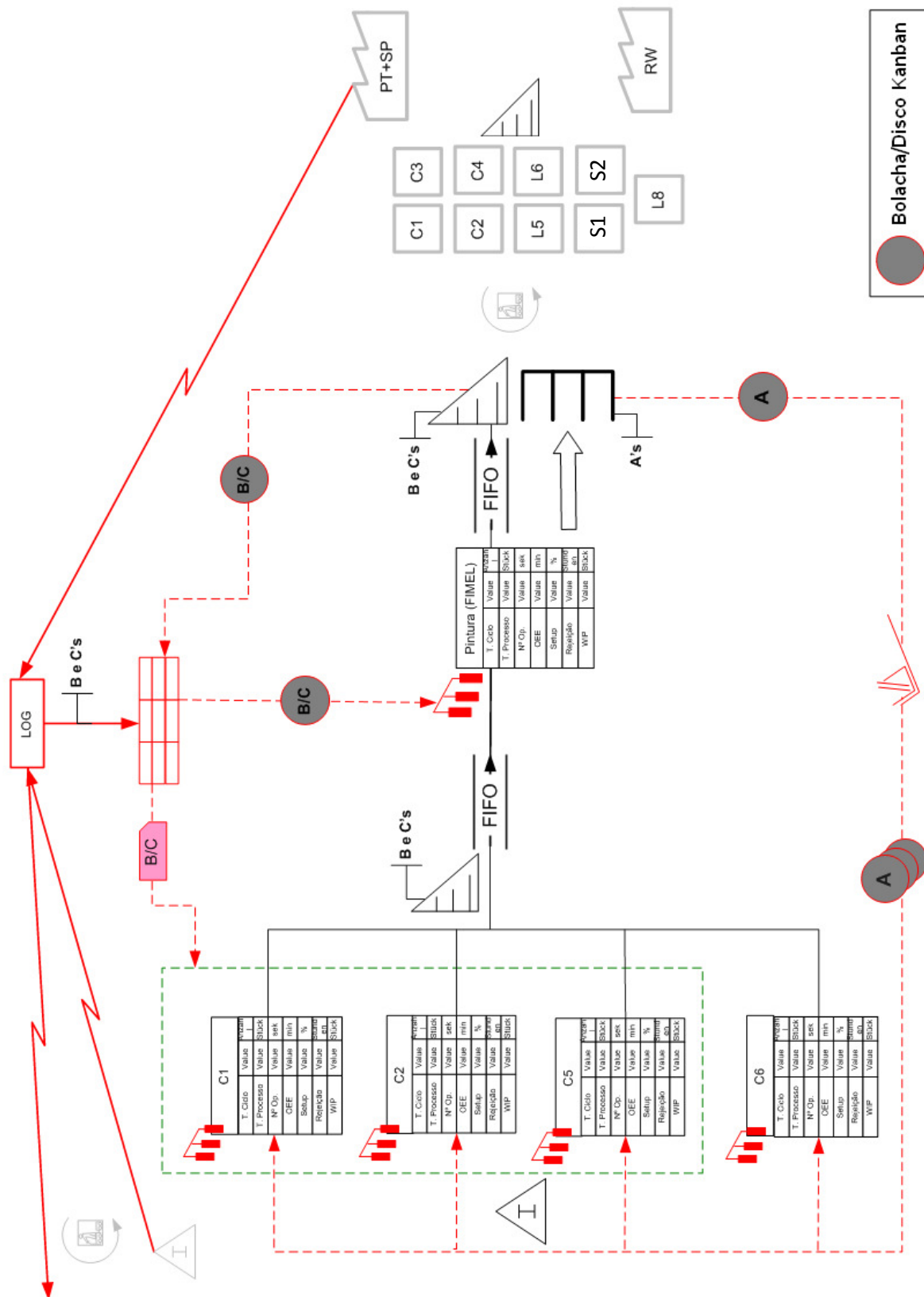
Pico de Recolha

Para o cálculo do Pico de recolhas é necessária uma análise minuciosa relativamente aos clientes para cada referência. Repare-se que podem existir referências com apenas um cliente interno até referências com quatro clientes internos. O pico de recolhas é essencial para o cálculo do fator WI.

Quanto à cobertura do tempo de segurança, como já referido em 5.2.2, é influenciado pela percentagem do OEE e retrabalho.

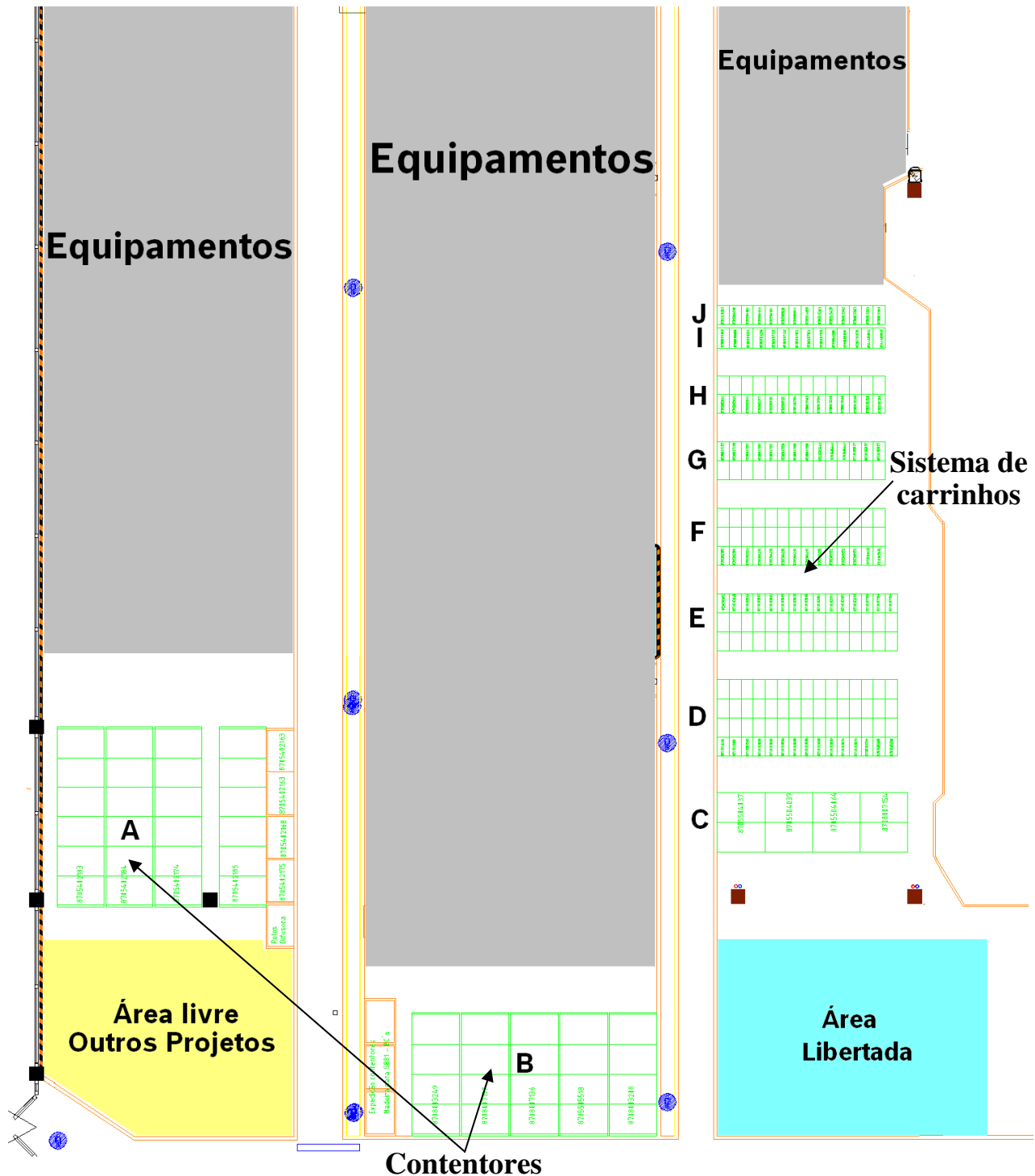
Após o cálculo do número de *kanbans* para cada referência, deve ser tido em conta se se trata de um componente acondicionado em carros grandes ou pequenos, por forma a concluir o número de corredores necessários. Ou seja, para carros grandes, cada corredor aloca 4 carros e para pequenos 5, dividindo o número de *kanbans* obtidos pelo número de carros por corredor, determina-se o número de corredores necessários para garantir o bom funcionamento do Supermercado.

ANEXO K: Mapa da Cadeia de Valor Após Projeto para a secção de Pintura



ANEXO L: Novo Layout Fabril para a secção das Prensas

Por comparação com o *Layout* inicial presente no ANEXO D pode aferir-se que efetivamente foi possível a redução de área ocupada com *stock* (a azul na figura).



ANEXO M: QCO na secção das Chaminés

Numa das secções da empresa, foi desenvolvido um projeto de mudança rápida de ferramenta. Para tal procedeu-se à filmagem de uma mudança e fez-se um Workshop QCO (*Quick Changeover*, como designado internamente), no qual se visualizou a gravação e se definiram melhorias. Neste evento definiram-se ações para redução do tempo entre mudanças de Produto X para Produto Y e de Produto X1 para X2 (mesma família X). Este projeto permitiu reduções no tempo de mudança de ferramenta:

- 2 Segundos na mudança de X1 para X2;
- 20 Segundos na mudança de X para Y.

Esta diminuição foi possível pela definição de ações. Inicialmente verificou-se que a marcação de um local onde o operador deixasse o carro da ferramenta seria importante, de modo que quando fosse necessária a mudança de ferramenta poderia pegar de imediato no carro evitando grandes deslocações até à zona de arrumação dos carros (caso de produto X1 para X2, pois a outra mudança exige um carro dois carros no local não existindo espaço para o da ferramenta). A criação de um sistema de corte de ar no pendural da rebitadora permitiu ganhos a nível de tempo evitando a necessidade de ligar e desligar cada vez que se utilizava o equipamento (válida para as duas mudanças).

Em seguida procedeu-se à criação de *standards* QCO, normalizando o trabalho. Após este processo foram feitas algumas medições de tempo, verificando-se que estavam dentro do definido no *standard*. Optou-se por incluir um desses documentos na dissertação: Instrução de Mudança de ferramenta do Produto X1 para X2.

**BOSCH****QCO**

Instrução de Mudança de Ferramenta

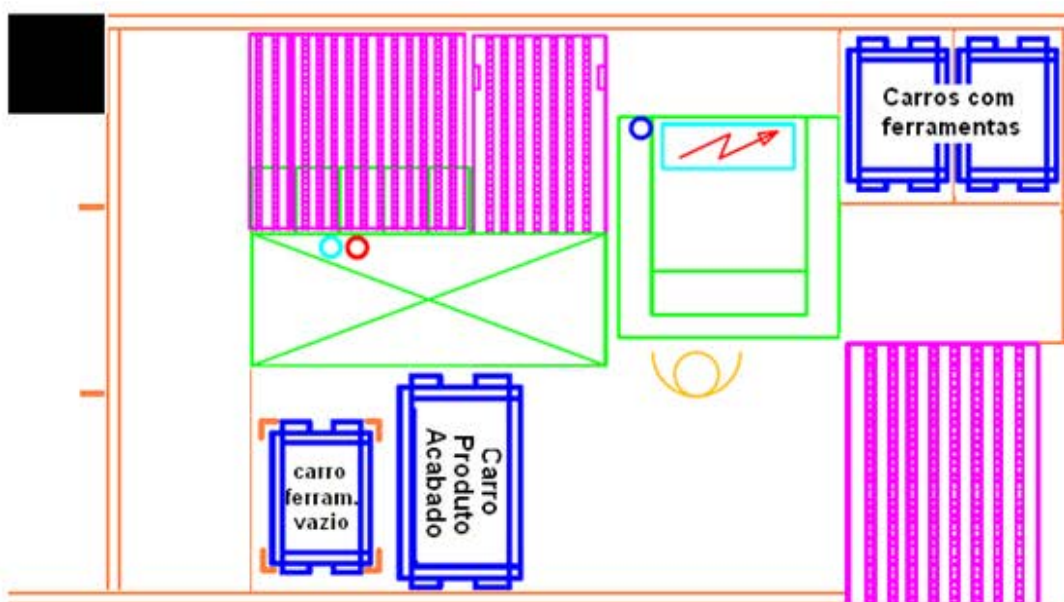
Procedimento

Chaminés

- 1 – Executar os pontos de acordo com a sequência definida
- 2 – Preencher a folha QCO - “Registos de Mudança”
- 3 – Qualquer desvio ao trabalho “Standard” deve ser registado na OPL (Lista de Pontos em Aberto) com o motivo do desvio e acção correctiva

Tempo total para execução: **2' 57"****(Procuto X1 para X2)**

Layout



Sequência de trabalho

Seq.	Linha	Local	Acção/Metodologia	Ferramentas	Tempo [seg.]	Parada Func.	Foto
1	Prensas de Montagem	Frente da máquina	Retirar cavilhas, desencaixar a ficha da ferramenta e abrir a proteção	-	12	P	
2			Ir buscar carro vazio, posicionar na prensa e travar as rodas	-	6	P	
3			Retirar as 2 ferramentas (superior e inferior) da prensa para o carro vazio, e trancar	Gancho	15	P	

Organização

Revisão		Referência / Família	
		QCO - Circuito de Mudança	
Supervisor	Elaborado	Data	Pag.
Leonel Monteiro	Rita Costa	03.10.2012	1 de 2

Sequência de trabalho							
Seq.	Linha	Local	Acção/Metodologia	Ferramentas	Tempo [sec.]	Parada Func.	Foto
4	Prensas de Montagem	Frente da máquina	Destruar as rodas e levar o carro para parque	-	8	P	
5			Levar carro com ferramentas do modelo seguinte e posicionar na prensa. Travar as rodas	-	16	P	
6			Colocar as 2 ferramentas na prensa	-	10	P	
7			Destruar as rodas e levar o carro vazio para zona delimitada e voltar à máquina	-	10	P	
8			Fixar ferramenta (com 2 cavilhas), ligar ficha da ferramenta, baixar proteção	-	16	P	
9			Preparação do bordo de linha	-	21	P	
10			Montagem primeira peça	-	26	P	
11			Ir buscar carro de produto acabado vazio, colocar cartão kanban e primeira peça	-	37	P	

Total: 3.0 minutos

Organização			
Revisão		Referência / Família	
		QCO - Circuito de Mudança	
Supervisor	Elaborado	Data	Pag.
Leonel Monteiro	Rita Costa	03.10.2012	2 de 2

ANEXO N: Normas de Instrução Visual para a secção dos Queimadores

Foram desenvolvidas duas normas de instrução visual para confirmação do injetor na secção dos Queimadores, uma vez que se verificou a inexistência de normas ou procedimentos que obrigassem o operador a garantir que o injetor colocado é o pretendido pelo cliente.

Para a elaboração das normas foi necessária uma recolha de informação junto dos operadores de cada posto. Tal permitiu compreender o processo de confirmação e especificar o procedimento necessário em cada uma das normas.

Elaboraram-se três normas de instrução visual, uma relativa à confirmação dos injetores inseridos nos tubos de distribuição e duas referentes à confirmação dos mesmos injetores, mas para dois equipamentos automáticos de colocação de injetores em régua.

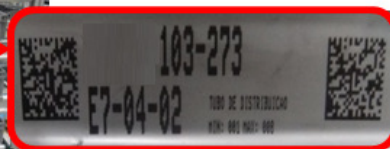
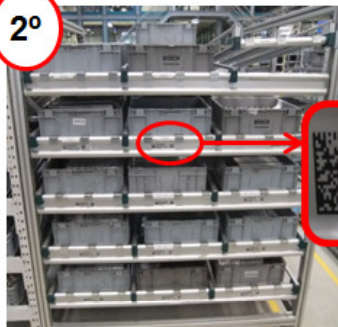
Norma de Instrução Visual**Procedimento****Confirmação do injetor para os Tubos de Distribuição**

Esta instrução define o procedimento a realizar pelo Operador na confirmação do injetor no equipamento de Tubos de Distribuição:

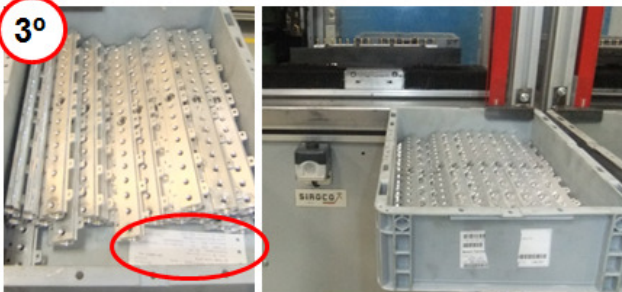
1º. Ver Plano diário e verificar qual o próximo tubo de distribuição a produzir.

Plano Produção - Linhas 2 e 3

Linha	Modelo	Quant.	Destino	Litros	Injetor	Tubo	Peça
3	082	16	C4	10 L	72	273	014
	041	16	C4	10 L	125	278	014
	511	32	L5	10 L	125	279	014
	513	16	L5	10 L	71	279	014
	707	8	L5	10 L	120	278	014
	633	5	L6	16 L	112	272	040
	517	10	L6	13 L	120	276	077
	513	16	L5	10 L	71	279	014

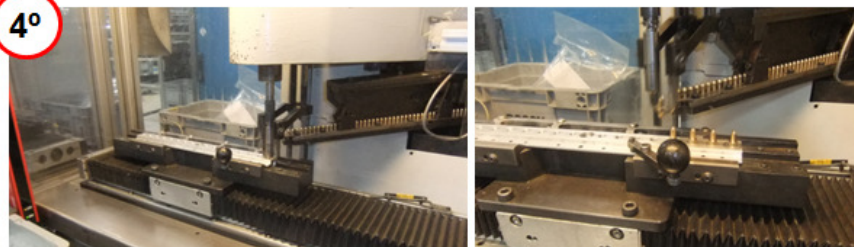
1º**2º**

2º. Deslocação até à estante e procurar tubo de distribuição.

3º

3º. Confirmar etiqueta do fornecedor, deslocação até ao posto para abastecer.

4º. Retirar tubo de distribuição da caixa e colocar no equipamento.
Acionar máquina.

4º

Nota: em caso de anomalia em todo o processo alertar o Responsável de Equipa.

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	10.01.2013	Rita Costa		BPS

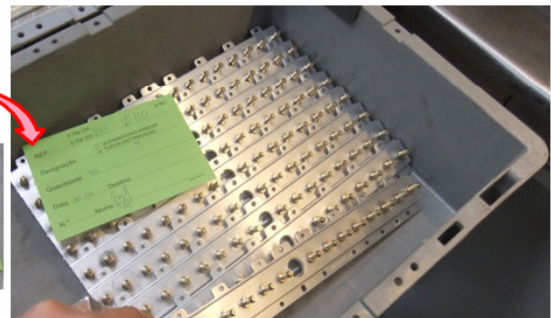
Norma de Instrução Visual**Procedimento****Confirmação do injetor para os Tubos de Distribuição**

Esta instrução define o procedimento a realizar pelo Operador na confirmação do injetor no equipamento de Tubos de Distribuição

5º. Para a 1ª peça: assim que finalizada retirar o tubo de distribuição, verificar a marcação do injetor.*

5º

6º. Colocar o tubo de distribuição completo na caixa e identificá-la com o respetivo modelo.

6º**7º**

7º. Após caixa/ ciclo completa(o) colocar no local indicado da estante de produto acabado.



* **Nota:** em caso de anomalia em todo o processo alertar o Responsável de Equipa.

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	10.01.2013	Rita Costa		BPS

Norma de Instrução Visual**Procedimento****Confirmação do injetor para a OKU (Posto 23)**

Esta instrução define o procedimento a realizar pelo Operador na confirmação do injetor para colocação no equipamento OKU

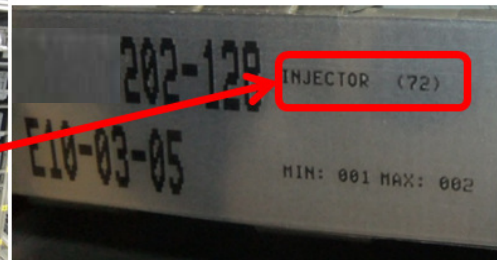
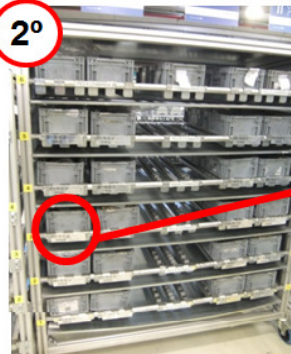
1º. Ver Plano diário e verificar qual o próximo injetor a ser utilizado.

Plano Produção - Linhas 2 e 3

Linha	Modelo	Quant.	Destino	Litros	Injetor	Tubo	Peça
3	082	16	C4	10 L	72	278	014
	041	16	C4	10 L	125	278	014
	511	32	L5	10 L	125	279	014
	513	16	L5	10 L	71	279	014
	707	8	L5	10 L	120	278	014
	633	5	L6	16 L	112	272	040
	517	10	L6	13 L	120	276	077
	513	16	L5	10 L	71	279	014

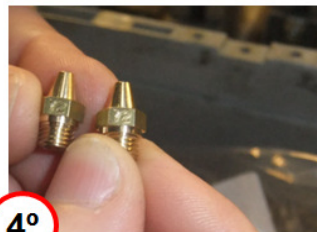
1º

2º. Deslocação até ao Supermercado de injetores e procurar o injetor.

2º**3º**

3º. Tirar a caixa, confirmar etiqueta do fornecedor e marcação.

4º. Retirar dois injetores e verificar a marcação.

4º

5º. Se é a correta, abastecer a OKU de acordo com a Instrução Operacional (IO-0577)

5º

NIV nº	Data:	Elaborado por:	Responsável actualização:	Responsável actual. Intranet
	10.01.2013	Rita Costa		BPS