

# **Estudo de Implementação de um Kanban de Produção**

*Bruno André dos Santos Macedo*

## **Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. José Barros Basto

Orientador na Swedwood Portugal: Eng. Eduardo Marinho



# **FEUP**

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

2011-07-01

*“When you dream alone is only a dream. When you dream together is the beginning of reality”*

Miguel de Cervantes - Don Quixote de La Mancha

## Resumo

A Swedwood Portugal é uma empresa bastante jovem (com apenas 2 anos) mas já padece de alguns problemas comuns às outras empresas do mesmo grupo. Um dos principais problemas da Swedood Portugal é o controlo dos stocks finais. Além disso, a produção é gerida de acordo uma previsão de vendas anual com bastante incerteza, verificando-se em variadas alturas do ano um excesso de produção, que obriga a parar a linha.

Como existe um armazém automático e um sistema RFID incorporado na empresa, pretende-se criar um sistema Kanban baseado nessa tecnologia. Para iniciar o estudo fez-se investigação sobre o tema Kanban, focando-se o estudo na variante tradicional e electrónica. Na variante electrónica, estudou-se como é feita a interacção do sistema RFID com um sistema de Kanban. Ao mesmo tempo fez-se uma investigação de forma a saber se existe algum projecto semelhante já implementado.

Como nem toda a linha está coberta com sistema RFID, criaram-se 2 sistemas Kanbans. Um Kanban puramente visual com marcas no solo na área BoS e um Kanban electrónico. Fez-se o dimensionamento de ambos os supermercados, de maneira a obter a máxima capacidade final, tendo em atenção uma lista de pressupostos, uma vez que ainda não há dados reais do funcionamento.

Para isso, foram calculadas as capacidades das máquinas e das linhas, quantidades por lote em cada etapa, determinaram-se os gargalos de todo o sistema e fez-se um estudo aprofundado da previsão de vendas anual.

Além disso criaram-se duas folhas em Excel de apoio à produção. Numa das folhas, quando se insere a previsão de vendas e as quantidades semanais, é feita uma nova distribuição das quantidades no interior do supermercado 1. Na segunda folha, logo que se inserem as quantidades que se pretendem produzir, é indicada a capacidade utilizada (número de turnos), se existe stock em armazém para satisfazer essa procura e se é necessário produzir para stock e/ou para satisfazer a procura.

Findo o projecto, caso todos os pressupostos sejam cumpridos, prevê-se que o sistema Kanban proposto será eficiente, sendo uma boa alternativa ao método tradicional de gestão da produção. Como o investimento é bastante baixo, quase insignificativo, não há nenhum motivo que possa comprometer a implementação do sistema Kanban.

O maior investimento é na formação/sensibilização dos operadores, que caso não seja feita de uma forma eficiente e objectiva, fará com que o Kanban seja um falhanço.

## **Design a production Kanban, using an automated warehouse**

### **Abstract**

The Swedwood Portugal is a fairly young company (only 2 years) but it suffers from problems common to other companies of the same group. One of the main problems of Swedood Portugal is the control of the final and intermediate stocks all along the production line. Moreover, production is managed in accordance with an annual forecast significant uncertainty, and there are various times of the year in excess of production, which requires stopping the line.

As there is an automated warehouse system and an RFID embedded in the company, the goal is create a Kanban system, based on an RFID system. To start the study was done research on the topic Kanban, focusing the study on traditional and electronic variant. In electronic variant, we studied how is the interaction of the RFID system with a Kanban system. At the same we made an research to know if there is any similar project already implemented.

Since not all the line is covered with the RFID system, were created two different Kanban systems. A Kanban purely visual with marks on the ground (in the BoS area), and an electronic Kanban. Therefore, two supermarkets were set up in the line. The supermarket number one is a key element of the whole system, because it's the last supermarket of the line.

The design of both supermarkets, had the goal of obtain the maximum ultimate capacity, taking into account a list of assumptions, because we don't have actual operational data.

For this, we calculated the capabilities of machines and lines, quantities per lot in each step, we determined the bottlenecks of the entire system and made a review of the Annual Forecast.

In addition we had created two Excel sheets to support the production. In the first one, by inserting the weekly Forecast and quantities, the program gave us the new distribution of quantities inside a supermarket. On the second one, by inserting the quantities you want to produce, shows the capacity used (number of shifts), if there is stock in storage to meet that demand, whether to produce for stock and / or to meet demand. In the end, if all assumptions are met, it can be stated with some certainty that the Kanban system is implemented efficiently and is a good alternative to the traditional method of production management. Thr investment is very low, almost insignificant, there is no reason that could endanger the implementation of the Kanban system. The biggest investment in training and awareness of operators, which if not done in an efficient and objective, will turn the Kanban in a disaster.

## **Agradecimentos**

Agradeço a todas as pessoas da empresa que estiveram directamente envolvidas neste trabalho, em especial ao meu tutor Sr. Eng. Eduardo Marinho, pelo apoio prestado durante o estágio, ao Sr. Eng. José Almeida, que sempre me ajudou nas questões relacionadas com o planeamento, ao Sr. Eng. Pedro Ramos, por toda a informação técnica que me disponibilizou, e ao Sr. Sebastião Afonso, pelo apoio prestado nos assuntos relacionados com a qualidade.

Quero também agradecer a todos os funcionários pela forma como fui recebido e tratado, em especial ao Sr. Eng. João Pinto, da BoF, Sra. Dona Mónica Mendes, dos Recursos Humanos e aos Srs. Eng. Manuel Pinto, Carlos Cunha e Luís Vasques, do MPS.

Agradeço ao meu tutor da FEUP Sr. Prof. José Barros Basto, por todo o apoio prestado e pelo acompanhamento do meu trabalho ao longo do estágio, em especial pelo livro que me emprestou.

Quero agradecer à minha família, por me ter ajudado nos momentos mais difíceis, em especial à minha mãe, que sempre acreditou em mim e me motivou para dar o meu melhor, ao meu pai, por todos os ensinamentos, em especial em relação à gestão da produção e interacção com os trabalhadores e, também, ao meu irmão, por sempre me ter orientado e incentivado a estudar mais e melhor e por ser um exemplo que pretendo seguir.

## Índice de Conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Apresentação da Empresa Swedwood .....	2
1.2	Estudo de um sistema Kanban na Swedwood Portugal.....	2
1.3	Método seguido no projecto.....	3
1.4	Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório .....	3
2	Estado da Arte.....	5
2.1	Toyota Production System .....	5
2.2	Princípios Fundamentais do TPS.....	5
2.3	AUTONOMAÇÃO.....	5
2.4	JUST-IN-TIME (JIT) .....	5
2.5	Sistema Kanban.....	6
2.6	Tipos de Kanban .....	6
2.7	Modelo do Cartão.....	7
2.8	Vantagens e Desvantagens Kanban.....	7
2.9	Criação de um sistema Kanban .....	8
2.10	Kanban Electrónico .....	9
2.11	Vantagens e Desvantagens e-Kanban.....	9
2.12	Tecnologia RFID .....	10
	10	
2.13	Electronic Pull System (EPS).....	10
2.14	Componentes do sistema de Software .....	10
2.15	Middleware.....	11
2.16	EPC 11	
2.17	O caso Bosch.....	11
3	Apresentação do Problema.....	12
3.1	O Processo .....	13
3.2	Processo BoS .....	14
3.3	Foil & Wrapping.....	15
3.4	EbgeBand & Drill.....	17
3.5	Tamanho do Lote.....	18
3.6	Armazém Automático.....	19
3.7	Insert Nut.....	19
3.8	Embalamento (Packing).....	20
3.9	Esquema Total do Processo .....	20
3.10	Implementação de RFID .....	20
3.11	Pontos de Triagem da Qualidade.....	22
3.12	O Planeamento .....	23
4	Desenvolvimento do Kanban de Produção.....	25
4.1	Estudo da Previsão de Vendas .....	25
4.2	Quantidades por Lote.....	26
4.3	Tempo de ciclo.....	29
4.4	Tamanho do armazém intermédio .....	31
4.5	Tempo Buffer com rendimento a 100%.....	32

4.6	Dimensionamento do Armazém .....	33
5	Implementação do Kanban .....	34
5.1	Dimensionamento Supermercado 1 .....	35
5.2	Dimensionamento Supermercado 1-Tempos Packing .....	36
5.3	Dimensionamento Supermercado 1- Níveis Kanban .....	37
5.4	Cálculos do Kanban .....	39
5.5	Dimensionamento Supermercado 2.....	41
5.6	Dimensionamento Supermercado 2 - Cálculos .....	42
5.7	Planeamento da Produção.....	44
	Optimização da Produção – Método do caminho mínimo .....	46
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro .....	48
7	Referências .....	50
ANEXO A:	Determinação da dimensão óptima das baseboard.....	52
ANEXO B:	Layout da Folha Excel de Balanceamento do Fluxo.....	53
ANEXO C:	Cálculo do Tempo até Saturar Linhas (Buffer).....	54
	56	
ANEXO D:	Alteração Proposta ao Buffer da BoS.....	57
ANEXO E:	Primeira Apresentação na Empresa.....	58
ANEXO F:	Folha Excel de apoio ao planeamento .....	63
ANEXO G:	Caso AGCO .....	64

## **Siglas**

BB-*Black Brown*

BoF-*Board on Frame*

BoS-*Board on Style*

EB&D-*Edge Band & Drill*

EPC-*Electronic Product Code*

EPS-*Electronic Pulling System*

FF-*Fear Factor*

F&W-*Foil & Wrapping*

HDF-*High Density Fiberboard*

JIT-*Just in Time*

MDF-*Medium Density Fiberboard*

MPS-*Multi Propose Storage*

MRP-*Material Resources Planning*

PT-*Partitions*

RFID-*Radio Frequency Identification*

SD-*Side*

SH-*Shelves*

SS-*Stock Segurança*

TB-*Top e Bottom*

TC-*Tempo de Ciclo*

TMC-*Toyota Motor Corporation*

TPS-*Toyota Production System*

WIP-*Work-in-progress*



**Índice de Figuras**

Figura 1 - Pavilhões da Swedwood Portugal [1] .....	2
Figura 2 - Componentes do sistema RFID [12].....	10
Figura 3 - Móveis que vão ser produzidos no MPS [17] .....	12
Figura 4 - Componentes dos móveis [17] .....	12
Figura 5-Dimensões das placas .....	13
Figura 6 -Esquema de processo .....	13
Figura 7 -Unidades em altura .....	14
Figura 8 -Espessura de cada referência.....	14
Figura 9 -Esquema de processo .....	15
Figura 10 -Esquema de processo .....	15
Figura 11 -Esquema de processo .....	16
Figura 12-Exemplo dos cortes feitos nos painéis .....	16
Figura 13 -Esquema de processo .....	17
Figura 14 -Relação das quantidades com os lotes [18].....	18
Figura 15 - Exemplo da relação da quantidade com os lotes [18].....	18
Figura 16 -Esquema de processo .....	19
Figura 17 -Esquema de processo .....	20
Figura 18 -Esquema total do processo .....	20
Figura 19 -Etiqueta RFID usada em paletes [19] .....	21
Figura 20 -Área de actuação do RFID .....	21
Figura 21 -Leitores de RFID inseridos na linha [20].....	21
Figura 22 -Localização dos controlos de qualidade.....	22
Figura 23 -Gráfico do Forecast.....	25
Figura 24 -Esquema simplificado do processo.....	29
Figura 25 -Localização dos buffers .....	31
Figura 26 -Esquema de circulação de kanban/informação .....	34
Figura 27 -Interface em cada posto de trabalho [22] .....	37
Figura 28 -Detalhe da Etiqueta.....	37
Figura 29 -Sequência dos estados das etiquetas .....	38
Figura 30-Sequência geral do estado das etiquetas .....	38
Figura 31 - Sistema de Kanban Final.....	41
Figura 32 -Exemplo dos pórticos.....	41

Figura 33 -Exemplo dos pórticos no solo e no tecto.....	42
Figura 34 -Conveyors delimitados por fita-cola (vista de topo).....	42
Figura 35 -Quadro Kanban [23] .....	44
Figura 36 -Folha Excel de apoio ao planeamento/produção .....	45
Figura 37 -Folha Excel de apoio ao planeamento/produção .....	45
Figura 38 -Folha Excel com resultados da selecção das baseboards .....	52
Figura 39 -Layout da Folha Excel de Balanceamento do Fluxo .....	53
Figura 40 -Folha em Excel do estudo do tempo até saturar linhas após a F&W .....	54
Figura 41 -Folha em Excel do estudo do tempo até saturar linhas após a F&W .....	55
Figura 42 -Folha em Excel do estudo do tempo até saturar linhas após a F&W .....	56
Figura 43 -Folha em Excel do estudo do incremento do buffer da BoS.....	57
Figura 44 -Apresentação na Empresa .....	58
Figura 45 -Apresentação na Empresa .....	59
Figura 46 -Apresentação na Empresa .....	60
Figura 47 -Apresentação na Empresa .....	61
Figura 48 -Apresentação na Empresa .....	62
Figura 49 -Folha Excel de apoio ao planeamento/produção .....	63
Figura 50 - Caso AGCO [25] .....	64

**Índice de Tabelas**

Tabela 1-Árvore do produto .....	12
Tabela 2 -Tempos de ciclo .....	15
Tabela 3 -Nº de cortes por painel BoS .....	16
Tabela 4 -Tempos de ciclo .....	17
Tabela 5 -Tempos de ciclo .....	18
Tabela 6 -Unidades por lote/referência.....	19
Tabela 7 -Placas BoS por lote .....	19
Tabela 8 e 9 -Estudo do Forecast (Quantidades, rácio) .....	25
Tabela 9 -Forecast.....	26
Tabela 10 -Quantidades por cor.....	26
Tabela 11 -Ajuste dos rácios por cor .....	26
Tabela 12 -Unidades em altura por referência .....	27
Tabela 13 -Unidades por cada lote BoS.....	27
Tabela 14 -Unidades F&W que cada placa BoS dá origem.....	27
Tabela 15 -Unidades por lote na F&W .....	27
Tabela 16 -Desperdício por cada Baseboard.....	28
Tabela 17 -Unidades por lote à saída da EB&D.....	28
Tabela 18 -Relação de lotes entre cada processo .....	28
Tabela 19 -Cadência teórica das máquinas .....	29
Tabela 20 -Relação entre lotes .....	30
Tabela 21 -Tempos de ciclo .....	30
Tabela 22-Quantidade de baseboards em cada buffer .....	31
Tabela 23 -Buffer da BoS.....	32
Tabela 24 -Rácios dos tempos de ciclo.....	32
Tabela 25 -Tempos de produção .....	32
Tabela 26 -Folha em Excel para dimensionamento do armazém.....	33
Tabela 27 -Folha em Excel para dimensionamento do armazém.....	33
Tabela 28- Quantidades necessárias por semana.....	35
Tabela 29 -Rácio individual de cada parte .....	35
Tabela 30 - Rácio do stock em armazém .....	35
Tabela 31 -Stock em armazém .....	36
Tabela 32 -Quantidade de segurança no interior da cloud.....	36
Tabela 33 -Dias para packing.....	36

Tabela 34 -Dias para packing.....	37
Tabela 35-Tempo que aguenta o stock da cloud no packing .....	39
Tabela 36 -Quantidade no armazém a que é emitido o estado amarelo.....	39
Tabela 37 -Quantidade no armazém a que é emitido o estado vermelho .....	39
Tabela 38 -Tamanho de lote.....	39
Tabela 39 -Tamanho do lote.....	40
Tabela 40 -Stock em armazém .....	40
Tabela 41 - Novos níveis de mudança de estado.....	40
Tabela 42 -Referências incorporadas no kanban da BoS.....	42
Tabela 43 -Total de lotes por linha .....	43
Tabela 44 -Tempo que os lotes aguentam na F&W .....	43
Tabela 45 -Tempo, em horas, da duração do buffer .....	43
Tabela 46 -Distribuição das referências pelas linhas.....	44
Tabela 47 -Layout do buffer da BoS com sistema Kanban .....	44
Tabela 48 - Custos/Tempo Setups .....	46
Tabela 49 -Custos/Tempo Setups .....	46
Tabela 50 -Custos/Tempo Setups .....	46
Tabela 51 -Teorema do caminho mínimo .....	47
Tabela 52 - Caminho min. consoante a ref. inicial .....	47

## 1 Introdução

No ano de 2008 instaurou-se uma crise económica mundial, que causou um grande impacto em toda a Europa. Os mercados retraíram-se e o consumo reduziu-se drasticamente, criando uma grande instabilidade económica, que se tem sentido em todos os sectores. O mercado imobiliário foi um dos primeiros a sentir os efeitos da crise.

De acordo com o estudo da Cushman & Wakefield, o Marketbeat - Mercado Imobiliário Português, Primavera 2009, de uma forma transversal, todos os sectores do mercado imobiliário português e espanhol, revelaram grandes dificuldades na segunda metade de 2008. No actual ano de 2011, esta tendência mantêm-se, estando o mercado imobiliário espanhol totalmente estagnado.

O mercado industrial também sentiu este período de desaceleração. Durante a segunda metade de 2008, a cautela dos investidores foi clara e poucas decisões foram tomadas. Com o galopar da crise europeia muitas fábricas portuguesas acabaram por falir, enquanto outras se deslocalizaram para países de leste, agravando a economia nacional.

Com o crescimento da economia chinesa, motivado em parte, pelo investimento dos grandes grupos industriais em infra-estruturas, aliciados pelo preço da mão-de-obra bastante baixo, as empresas europeias têm de adoptar medidas estratégicas para conseguirem fazer frente aos baixos custos dos produtos, produzidos no Continente Asiático.

Uma das formas da indústria portuguesa conseguir fazer frente a tal desigualdade, é apostar na qualidade dos seus produtos, e acima de tudo, focar-se nos seus clientes, tornando-se mais flexível. Para tal, a noção de qualidade tem de ser compreendida na sua totalidade.

Para isso, as empresas têm de ser tornar mais eficientes, implementando metodologias de produção/gestão da produção apropriadas ao seu tipo de indústria, de forma a reduzirem os defeitos dos seus produtos, tempos de entrega, custos, excessos/rupturas de stock, etc, aumentando desta forma a sua qualidade e flexibilidade.

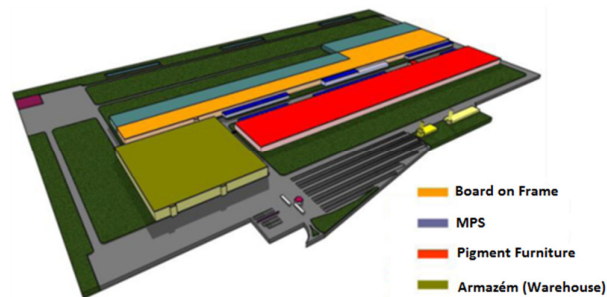
## 1.1 Apresentação da Empresa Swedwood

A Swedwood é uma empresa do grupo IKEA que tem como função a produção de mobiliário em aglomerado de madeira. O grupo foi criado em 1991 e é composto por 50 unidades de produção, distribuídas por vários países: Suécia, Rússia, Letónia, Lituânia, Polónia, Alemanha, Eslováquia, Hungria, Ucrânia, Portugal, China e E.U.A.

É um grupo em crescimento contínuo, crescendo cerca de 20 a 25% cada ano, empregando actualmente cerca de 15000 pessoas em todo o mundo.

A Swedwood Portugal é um dos mais recentes projectos do Grupo Swedwood. Está situada em Paços de Ferreira, a cerca de 30km do Porto, e a sua construção foi iniciada em Abril de 2007, estando totalmente operacional em 2012.

A unidade portuguesa é composta por três fábricas independentes. A Board on Frame (BOF), a Pigment Furniture (Pigment) e a Multi Purpose Storage (MPS).



**Figura 1 - Pavilhões da Swedwood Portugal [1]**

A unidade Pigment, está vocacionada para a produção de mobiliário de quarto e cozinha, enquanto a BoF e o MPS estão vocacionados para o mobiliário de arrumação (estantes, mesas, etc.)

Esta terceira unidade, designada MPS, foi onde decorreu o estágio curricular, e destina-se à produção de móveis de estrutura alveolar revestidos a papel. Em vez de se produzirem móveis com uma estrutura de Board on Frame, passa-se a utilizar uma estrutura Board on Style.

Nesta unidade produzir-se-ão os móveis da gama BESTA, podendo ser alargada quando a fábrica se encontrar em pleno funcionamento. A unidade MPS, neste momento, ainda se encontra em processo de arranque sendo previsto entrar em pleno funcionamento, a partir de finais de 2011.

Este projecto representa um investimento total superior a 30 milhões de euros, prevendo-se um aumento significativo do volume de negócios nos próximos 2 anos.

## 1.2 Estudo de um sistema Kanban na Swedwood Portugal

A Swedwood Portugal é uma empresa bastante jovem (com apenas 2 anos) mas já padece de alguns problemas comuns às outras empresas do mesmo grupo.

Um dos principais problemas da Swedwood Portugal é o controlo dos stocks finais e intermédios ao longo de toda a linha de produção. Além disso, a produção é gerida de acordo com uma previsão de vendas anual com bastante incerteza, verificando-se em variadas alturas do ano um excesso de produção, que obriga a parar a linha.

Como o MPS é uma unidade que ainda está em fase de arranque pretende-se criar um sistema de gestão da produção de base, que previna excessos/ruptura de produção, e que ao mesmo tempo reduza os stocks intermédios.

Ao contrário das outras unidades, e já a pensar-se numa melhor gestão dos recursos, vai existir um armazém automático (supermercado) antes da zona de *packing* (embalamento), e vai também existir um sistema de RFID (explicado na página 10) implementado ao longo da linha, que tem como objectivo, controlar/monitorizar as movimentações do trabalho em progresso (*WIP*) no interior da linha. Portanto, o objectivo deste trabalho é estudar um sistema de Kanban, tendo como base um armazém automático e um sistema de RFID, associado às limitações de técnicas e de espaço disponível na área de produção.

Pretende-se no final deste estudo, reduzir os stocks intermédios/finais, e passar a produzir-se segundo o método *pull* (puxar) ao invés do método *push* (empurrar). Com isto, a empresa consegue tornar-se mais competitiva, porque além de se tornar mais flexível, passar a ter menos dinheiro em stock e mais em caixa.

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

Este projecto iniciou-se com um estudo aprofundado do tema, incidindo na filosofia Kanban tradicional e moderna. Seguidamente estudou-se a possibilidade de implementar um sistema Kanban com base num armazém com tecnologia RFID.

Para complementar o estudo do tema, fez-se uma pesquisa dos casos de sucesso em que foi implementado um sistema Kanban semelhante ao que se pretende desenvolver.

A partir da teoria adquirida, iniciou-se o desenvolvimento do sistema Kanban, tendo como base as necessidades e restrições da empresa.

Para desenvolver o sistema Kanban fez-se a análise da previsão de vendas, para determinar os produtos propensos a serem geridos pela filosofia Kanban. Posteriormente iniciou-se o estudo detalhado de toda a linha de forma a conjugar o sistema Kanban com as limitações técnicas.

Terminado o estudo da linha implementou-se o sistema Kanban, tendo como base as necessidades da empresa e as limitações técnicas.

### **1.4 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório**

Este projecto está dividido em 6 Capítulos sendo os Capítulos 2, 3, 4 e 5 os mais importantes.

No Capítulo 2 é feita a revisão bibliográfica, compilando-se toda a teoria relativa ao tema. Faz-se uma breve abordagem sobre o *Toyota Production System* (sistema de produção Toyota), centrando-se o estudo no sistema de Kanban. Dentro do sistema Kanban faz-se a divisão em Kanban clássico (puramente visual) e Kanban electrónico (moderno). No Kanban electrónico faz-se uma breve introdução sobre o sistema RFID e a sua relação com este tipo de Kanban.

No Capítulo 3 é feita uma apresentação detalhada do problema que motiva o projecto, explicando-se com detalhe todas as etapas do processo produtivo, onde o Kanban vai ser inserido. Nesta parte são apresentados alguns cálculos que foram efectuados posteriormente, mas que são fundamentais para a compreensão do processo.

No Capítulo 4 é feito o estudo inicial do sistema Kanban, onde constam todos os cálculos preliminares necessários para a sua elaboração. Entre esses cálculos, está o estudo da previsão de vendas, determinação dos tempos de ciclo, tamanho de lote, tamanho dos buffers, quantidade de baseboards em circulação, etc.

No Capítulo 5 apresenta-se a solução proposta para o problema em estudo. Indicam-se todos os pressupostos em que o trabalho se baseia e todos os cálculos relativamente ao Kanban.

No capítulo 6 estão descritas as conclusões do trabalho, sugerindo-se propostas de trabalhos futuros, bem como, as melhorias que podem ser implementadas de maneira a tornar o sistema Kanban mais eficiente.



## 2 Estado da Arte

A história da Toyota começa em finais do século XIX , no momento em que Sakichi Toyoda inventou a primeira máquina de fiar no Japão, que acabou por revolucionar a indústria têxtil do país. Em Janeiro de 1918, Sakichi fundou a Toyoda Spinning and Weaving Company, e com a ajuda do seu filho, Kiichiro Toyoda, realizou em 1924 o sonho de uma vida ao fabricar uma máquina de fiar automática. Dois anos mais tarde, era criada a Toyoda Automatic Loom Works. Rentabilizando ao máximo as 100000 libras que Sakichi Toyoda recebeu pela venda dos direitos da patente da sua máquina de fiar automática, Kiichiro estabeleceu as fundações da Toyota Motor Corporation (TMC), a qual foi criada em 1937. [2]

### 2.1 Toyota Production System

O *Toyota Production System* (TPS), ou Sistema de Produção Toyota, é uma filosofia de gestão que procura melhorar a organização, de forma a atender às necessidades dos clientes no menor prazo possível, com a mais alta qualidade e ao mais baixo custo, obtendo-se um sistema de produção *Lean* (magro/esbelto). [3]

### 2.2 Princípios Fundamentais do TPS

Na verdade, a essência do TPS é a perseguição e eliminação de toda e qualquer perda. É o que na Toyota se conhece como “princípio do não-custo”. Este princípio baseia-se na crença de que a tradicional equação  $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$  deve ser substituída por  $\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro}$ . Com o aumento da concorrência e um consumidor cada vez mais exigente, o preço passa a ser determinado pelo mercado. Sendo assim, a única forma de aumentar ou manter o lucro é através da redução dos custos. [4]

Na Toyota, a redução dos custos é feita através da eliminação/redução das perdas, em japonês *MUDA*. *MUDA* são actividades completamente desnecessárias que geram custo, não agregam valor e que, portanto, devem ser imediatamente eliminadas. Ohno, o grande idealizador do TPS, propôs que as perdas do sistema produtivo fossem agrupadas por categorias: Perda por excesso de produção (quantidade e antecipada); Perda por espera; Perda por transporte; Perda no próprio processamento; Perda por stock; Perda por movimentação; Perda por produção de produtos defeituosos.

Os dois pilares necessários para se implementar um sistema de produção *lean* (magra/Esbelta) são a Autonomiação (*Jidoka*) e o *Just-in-Time* (JIT).

### 2.3 AUTONOMAÇÃO

A autonomiação consiste em facultar ao operador (ou à máquina) a autonomia de interromper a operação sempre que ocorrer alguma situação anormal, ou quando a quantidade planeada de produção for atingida. Pode ser aplicada em operações manuais, mecanizadas ou automatizadas. [4]

### 2.4 JUST-IN-TIME (JIT)

*Just-in-time* significa que num fluxo de processo, as partes necessárias são alimentadas no tempo certo, no local certo e na quantidade necessária. [5]

A filosofia JIT constitui uma estratégia de competição industrial, desenvolvida inicialmente no Japão, e que objectiva fundamentalmente dar uma resposta rápida e flexível às flutuações do mercado. [5]

## 2.5 Sistema Kanban

Dentro do TPS, o Kanban está inserido no pilar do JIT (*Just-in-Time*) sendo a ferramenta que o operacionaliza, ou seja, é apenas uma ferramenta e não o TPS em si, apesar de, por meio da sua técnica de puxar a produção, estimule acções que promovam o fluxo contínuo.

O *Toyota Production System* é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o Kanban”. [6]

A palavra Kanban tem origem Japonesa, e significa sinal! De uma forma genérica, Kanban pode ser definido como um sistema de controlo de produção, composto por um cartão (bola de golf, ou marcas no solo) que contém/indicam informação sobre o tamanho do lote, processo, quantidade, material, etc., que é necessário produzir.

Desta forma, apenas se produz à cadência da procura por partes dos clientes, deixando de existir excesso de produção e reduzindo os stocks intermédios. Neste caso, os clientes podem ser os clientes finais, ou então uma estação de trabalho posterior. [7]

O cartão Kanban é responsável pela comunicação e funcionamento de todo o sistema. Actualmente ainda não existe um modelo padronizado, pelo que apenas é exigido que contenha as informações necessárias para a perfeita operação, atendendo às características próprias de cada empresa. [6]

### Princípios de funcionamento

1. Cada contentor tem de ter um Kanban;
2. Quando a primeira parte é removida o Kanban é inserido numa *mailbox*;
3. A estação posterior puxa (pull) o material da estação anterior;
4. A produção ocorre na sequência em que são enviados os pedidos;
5. Só a quantidade que é puxada é produzida;
6. Os Kanbans são produzidos e geridos pelo departamento em que são usados.

## 2.6 Tipos de Kanban

O sistema de Kanban por cartões é composto por três tipos de cartões diferentes, com aplicações distintas: [6]

**i) Kanban de produção:** É o cartão que acompanha as peças nos contentores durante o processo de produção, até as linhas de montagem. Deverá possuir informações de rotina que permitam o acompanhamento do fluxo do processo, isto é, identificação do material, capacidade do contentor (quantidade de peças), número de cartões em circulação, o lote de produção, o destino das peças, o número do cartão, etc.

**ii) Kanban de montagem:** É o cartão usado entre o sector de montagem (*assembly*) supermercado de peças, representando a sequência de programação de montagem. Neste caso,

os cartões são trocados por contentores de peças do supermercado, dando início à montagem (*assembly*). Desta forma apenas são produzidas as quantidades exactas.[6]

**iii) Kanban de “Pulling”:** Este cartão é utilizado para fazer a transferência de peças de uma estação anterior para uma posterior. Este tipo de Kanban é utilizado quando existe um *buffer* (armazém intermédio) entre estações de trabalho. À medida que o primeiro contentor do *buffer* é gasto, o cartão é removido desse contentor, tornando-se numa ordem de transporte para repor esse contentor.

#### **Funcionamento do Kanban de produção:** [7]

1. Os Kanbans estão juntos com os contentores das peças de *Work in Progress* (WIP);
2. Quando o processo posterior puxa a produção (*pull*), esses Kanbans são removidos dos contentores e colocados na *mailbox*;
3. As *mailbox* são abertas em intervalos de tempo predefinidos, e os Kanbans são colocados no início da linha, de acordo com a sequência com que foram “puxados” (colocados no *Production Order Board*);
4. À medida que os Kanbans são repostos, são utilizados os Kanbans de matérias-primas para fazer o *pull* dos *inputs* (matérias primas) necessárias na produção;
5. O Kanban é anexado à primeira peça processada. Quando termina o processamento da peça, isto é, deixa de ser *WIP*, os Kanbans são enviados para o armazém de peças (*part store*) juntamente com as peças;
6. Quando a primeira peça é removida desse contentor, o Kanban é colocado na *mailbox*.

### **2.7 Modelo do Cartão**

Existem dois tipos de formatos para os cartões Kanban com aplicações distintas. A forma triangular é utilizada para a produção de peças. Para todas as restantes operações (transferência), são utilizados cartões rectangulares. [7]

Embora as formas sejam diferentes, a informação que deve constar em cada cartão deve ser a seguinte: Nome e código da peça; Nome e localização das secções onde as peças são produzidas; Nome e localização das secções onde as peças são consumidas; Localização do supermercado (local onde as peças estão armazenadas); Quantidade Produzida; Tamanho do lote; Número total de cartões Kanban.

### **2.8 Vantagens e Desvantagens Kanban**

As vantagens do Kanban são:

- O número de cartões Kanban em circulação limita o stock máximo, porque só se produz à medida da procura. [6]
- As necessidades de reposição são identificadas visualmente;
- A burocracia é virtualmente eliminada, porque deixam de existir documentos de transferência e emissão de ordens de produção.
- Não há programação da produção para os componentes controlados pelo Kanban. Apenas há revisão das quantidades, quando existe uma grande variação de procura, visto o próprio sistema compensar as pequenas variações.

- Minimiza o risco de stock obsoleto, porque o inventário apenas é criado à medida que é necessário.

As desvantagens do Kanban são:

- Caso existam grandes variações de procura, torna-se difícil redimensionar o sistema de Kanban, porque é necessário modificar todos os contentores/cartões;
- A perda dos Kanbans é um dos grandes problemas deste sistema, porque pode conduzir a falhas nas quantidades a produzir. Como tal é necessário ter um sistema informático associado ao sistema Kanban.
- Como se trata de um sistema inflexível no que toca a quantidades, a produção de encomendas especiais de pequenas quantidades torna-se bastante complexa. [6]

## 2.9 Criação de um sistema Kanban

### Pré-requisitos

Para que se possa implementar um sistema de Kanban, primeiro é necessário alterar o método de produção, de forma a cumprir os seguintes pré requisitos:

1. Tem de existir um fluxo de material bem definido, com um tempo de ciclo constante; [7]
2. O tamanho do lote de transferência tem de ser pequeno, devendo ser idealmente de 1;
3. A produção deve ser constante, sem flutuações no tipo e nas quantidades;
4. O tempo de transporte e as distâncias a percorrer pelo WIP têm de ser curtas;
5. O número de defeitos que uma estação passa para a outra deve ser igual a zero;
6. Tem de existir o conceito de fornecedor e cliente na linha de produção.

### Conceito de cliente – fornecedor

Para que a metodologia do TPS através de Kanban seja bem assimilada, deve-se ter o conceito de cliente-fornecedor claramente descrito. Por definição o conceito de cliente consiste em "aquele que compra habitualmente de uma pessoa". Fornecedor é "aquele que vende ou fornece algo a alguém". [8]

### Seleção das peças para Kanban

Embora não existam limitações para a implementação do Kanban através do uso de cartões, verificou-se que o sistema é mais eficiente quando as peças controladas possuem alta rotação (actividade), repetibilidade e pequena variação nas quantidades consumidas. [6]

O Kanban baseia-se no conceito da redução nos custos de *setup* (mudança de ferramenta), tendo como consequência a redução do lote económico de produção.

A escolha das peças para aplicação do sistema Kanban deve basear-se em dois índices:

- Coeficiente de repetibilidade:

$$\text{Coeficiente de repetibilidade} = \frac{X}{Q}$$

**Fórmula 1 – Coeficiente de repetibilidade [6]**

- Coeficiente de variação.

$$\text{Coeficiente de variação} = \frac{S}{X}$$

**Fórmula 2 – Coeficiente de repetibilidade [6]**

Em que, X é o valor médio do consumo das peças em dez dias; Q é o valor do lote económico de produção, e S é o desvio padrão do consumo de peças em dez dias.

As peças escolhidas para Kanban, devem ter um alto coeficiente de repetibilidade e um baixo coeficiente de variação. [6]

**Cálculo do número de cartões**

A fórmula para calcular o número de cartões ou contentores é apresentada seguidamente:[10]

$$N = \frac{d * L * (1 + S)}{C}$$

**Fórmula 3 – Coeficiente de repetibilidade [6]**

N = Número de cartões Kanban (ou contentores);

d = Procura média;

L = Lead time (tempo entrega);

S = Tempo stock;

C = Tamanho lote.

**Treinar o pessoal**

Apesar de o funcionamento do sistema Kanban ser bastante simples, a sua operacionalidade está fortemente baseada no comportamento das pessoas. Por esse motivo, o treino é bastante importante.[7]

**2.10 Kanban Electrónico**

Embora o sistema de Kanban físico seja o mais conhecido, muitas empresas têm implementado sistemas de Kanban Electrónico (e-Kanban) em substituição do sistema tradicional. [9]

As principais funções do Kanban electrónico é o controlo de cartões Kanban através de código de barras ou RFID, e a extensão deste controlo para outras áreas produtivas que não sejam controladas por um quadro Kanban, criando assim uma malha de identificação de operações por toda a linha de produção.

Os recursos informáticos deste sistema de Kanban permitem o acompanhamento de índices de controlo, que possibilitam aos responsáveis pela produção estarem informados, sobre as mudanças em função das variações da procura, ou na aplicação de melhorias num sector específico. [9]

**2.11 Vantagens e Desvantagens e-Kanban**

As vantagens do e-Kanban são: [10]

- Elimina-se a perda de cartões Kanban;
- Faz-se uma gestão em tempo real dos Kanban em circulação;
- A transmissão dos Kanban é bastante mais rápida;
- A distância que os Kanbans tem de percorrer deixa de ser uma preocupação;
- É um sistema mais flexível porque permite alterar quantidades e nº de Kanbans sem ser necessário alterar todo o sistema.
- Obtém-se um histórico da produção, possibilitando uma melhoria do processo.
- Gestão em tempo real da produção.
- Possibilidade de alterar a ordem da produção.

As desvantagens do e-Kanban são: [10]

- Deixa de existir um controlo puramente visual;
- Todas as estações de trabalho têm de ter um computador;
- Necessário um investimento inicial superior;
- No caso de um “*crash*” informático deixa de haver controlo sobre a produção.

## 2.12 Tecnologia RFID

A tecnologia de RFID (*radio frequency identification* – identificação por radiofrequência) não é mais do que um termo genérico para as tecnologias que utilizam a frequência de rádio para a captura de dados. Por isso existem diversos métodos de identificação, em que o mais comum é armazenar um número de série que identifique um objecto, ou outra informação, num microchip. [11]

O sistema de captura de dados por RFID possui os seguinte componentes: Leitores / Gravadores; Antenas; Etiquetas RFID; Software para gestão de leitura e Infra-estrutura de instalação (ver figura 2).[11]

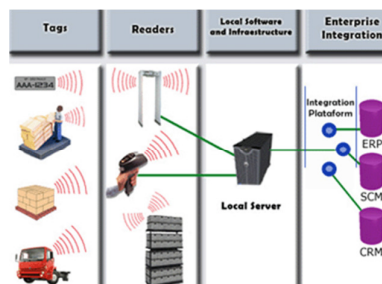


Figura 2 - Componentes do sistema RFID [12]

## 2.13 Electronic Pull System (EPS)

O *Electronic Pull System*, também chamado de EPS, é um Software de dimensionamento e controlo do Kanban Electrónico. O EPS é adaptável às diferentes formas de configurações de *layout* de processos, número de dispositivos de controlo de cartões de identificação (Kanban) e terminais de operação e administração do sistema.

## 2.14 Componentes do sistema de Software

Quando se implementa um sistema EPS usando como base um sistema RFID composto por antenas, etiquetas e leitores, é necessário fazer a interligação destes componentes com o

sistema de gestão (EPS). A integração é realizada por um Software, chamado de *Middleware*, que é basicamente responsável pela comunicação entre os leitores e os dispositivos auxiliares de captura automática de dados, a fim de disponibilizar os dados captados de forma tratada e controlada. [13]

### 2.15 Middleware

O *Middleware* é um termo que aplicado à tecnologia da informação pode ser entendido como aquilo que liga um ambiente informático a outro. Basicamente é uma ferramenta de *Software* para a integração de sistemas que é responsável por integrar as diferentes camadas que compõem o ambiente de TI: comunicação, distribuição e controlo das mensagens e processos relativos ao fluxo de trabalho. [14]

Assim sendo, o *Middleware* tem a capacidade de automatizar processos de um modo que não era possível antes, com as tecnologias de leitura de códigos de barras, que dependiam da intervenção humana. No entanto este nível de automação requer que os leitores sejam monitorizados e geridos remotamente. [14]

### 2.16 EPC

O EPC, sigla para *Electronic Product Code*, é um padrão de identificação de processos para aplicação empresarial do RFID à cadeia de produção. O EPC tem a função de padronizar os chips de RFID (Tags/Etiquetas), as informações armazenadas no chip e as transacções para utilização dessas informações. [15]

### 2.17 O caso Bosch

A fábrica Bosch Fahrzeugelektrik em Eisenach, na Alemanha, produz cerca de 18 peças diferentes para carros, incluindo pedais de acelerador, sensores de velocidade do motor, módulos de sensor do acelerador, velocidade da roda, e utiliza Kanbans baseados em RFID para acelerar o processo de produção e gerir melhor os pedidos dos clientes.[16]

A implementação do e-Kanban começou em 2006, e actualmente imprimem-se cerca de 60000 etiquetas por semana. A Bosch estima que a aplicação RFID reduziu os custos da empresa em cerca de 1.000.000 Euros por ano.

A Bosch equipou cada linha de produção com os leitores RFID e criou um aplicativo no qual a etiqueta RFID é embutida num cartão kanban, que é colocado em cada recipiente. Isto permite à empresa acompanhar o progresso de cada peça. Assim, as peças produzidas pela Bosch têm como base a metodologia *just-in-time*. Sob este conceito, as ordens são accionadas automaticamente assim que um cliente ficar sem peças. [16]

Graças ao sistema RFID eliminou-se a leitura por código de barras, economizando tempo e mão-de-obra, ajudando a empresa a tornar-se mais flexível. Com produção de lotes menores, e ao utilizar-se um sistema de código de barras, verificaram que era necessário fazer 12 milhões de leituras por ano, pelo que era necessário empregar mais 50 trabalhadores, para compensar o tempo perdido nas leituras. No anexo G apresenta-se mais um caso de sucesso de implementação do e-kanban. [16]

### 3 Apresentação do Problema

A unidade *Multi Purpose Storage* (MPS) foi criada para produzir a gama de móveis Besta do grupo IKEA (ver figura 3). Como ainda se encontra em fase de arranque, apenas vão ser produzidos os móveis R7, R8, R10, R11, R12, R13, R14, R15 (referências internas da empresa), na cor Black Brown (BB, Castanho escuro) e White (branco).

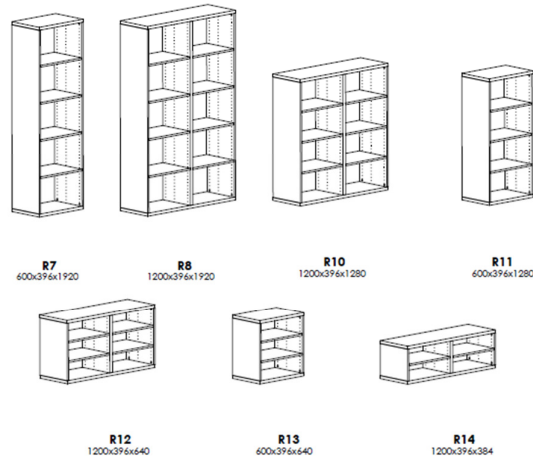


Figura 3 - Móveis que vão ser produzidos no MPS [17]

Os móveis são compostos pelas seguintes partes (ver figura 4):

- Top e bottom (TB);
- Side (SD);
- Shelves (SH);
- Partition (PT).

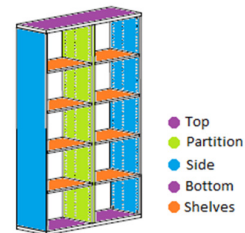


Figura 4 - Componentes dos móveis [17]

Em baixo é apresentada a tabela 1, que representa a árvore do produto de cada móvel produzido. Na coluna da esquerda é apresentado o modelo do móvel e nas linhas horizontais as quantidades de cada parte, por unidade de móvel.

Tabela 1-Árvore do produto

	MRP										
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	2					2	4				
R8		2				2	8				1
R10		2			2		6			1	
R11	2				2		3				
R12		2		2			4		1		
R13	2			2			2				
R14		2	2				2	1			
R15	2		2				1				



Como se pode constatar pela árvore do produto, apenas existem 2 Top e Bottom diferentes, 4 tipos de Sides e Partition e apenas 1 tipo de Shelve. É de salientar que, nem todos os móveis são compostos por Partition e que existe partilha de partes entre diferentes móveis.

Os móveis são fabricados segundo o método Board on Style, utilizando-se como matérias-primas o aglomerado de madeira HDF ou Melanina e HoneyComb. Para dar cor ao painel (*board*) utiliza-se um papel que é colado no seu exterior e nas laterais aplica-se uma orla colada, da cor do painel.

### 3.1 O Processo

A produção dos móveis inicia-se na unidade Schelling. A Swedwood Portugal compra lotes de MDF e HDF a fornecedores externos, que vêm com dimensões diferentes das requeridas pelos processos seguintes.

A Schelling é uma unidade partilhada com a BoF (*Board on Frame*) onde se cortam os lotes de HDF e de MDF, nas dimensões necessárias para os processos seguintes. O HDF é comprado com 2440x3800x3mm e é cortado nas seguintes medidas (ver figura 5):

	L	W
TB 01	3,715	0,804
TB 02	3,676	0,804
PT 02	3,733	0,8
PT 03	3,589	0,8
PT 04	3,733	0,8
PT 05	3,781	0,8
SD 02	3,733	0,8
SD 03	3,589	0,8
SD 04	3,733	0,8
SD 05	3,781	0,8
SH 01	3,493	0,724

Figura 5-Dimensões das placas

Após os lotes de HDF serem cortados, são deslocados sobre conveyors para um *buffer* localizado no fim da linha.

Os lotes de MDF são deslocados sobre tapetes de rolos para a etapa seguinte, onde são calibrados por cima e por baixo, de forma a obter-se uma placa totalmente plana, sem irregularidades. Seguidamente a placa é cortada em ripas finas ou largas numa máquina chamada PAUL. Nas ripas largas que vão pertencer aos SD (*sides*) a Paul faz um rasgo (*grooving*) em apenas um dos lados, enquanto nas PT (*partitions*) é feito um rasgo em ambos os lados da ripa.

A função do rasgo (*grooving*) é funcionar como calha para colocar as costas do móvel, aquando da sua montagem.

No fim da PAUL existe um robot (*stacker*) que faz as pilhas de ripas sobre as placas de transporte (*baseboards*). Neste processo o lote de entrada é igual ao lote de saída, pelo que um lote na entrada da calibradora corresponde a um lote na saída da PAUL. Seguidamente, os lotes são deslocados para o *buffer* no fim da linha onde são armazenados juntamente com os lotes de HDF (ver figura 6).

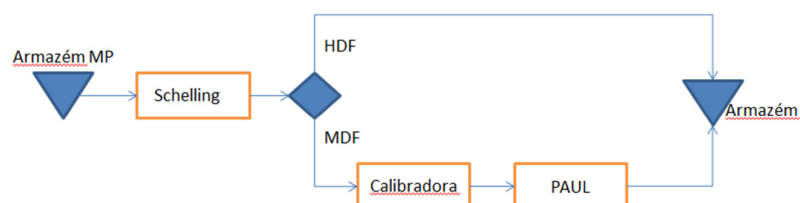


Figura 6 -Esquema de processo

### 3.2 Processo BoS

O armazém final da Schelling/PAUL é o *buffer* que vai alimentar a próxima etapa do processo. As ripas finas e largas são colocadas no alimentador nº1 (*feeder*) da BoS, que é a máquina que vai produzir os painéis de *Board on Style*. As placas de HDF são colocadas nos alimentadores números 2 e 3. No alimentador nº 2 estão armazenadas as placas de HDF usadas na base e no alimentador nº 3 o HDF para ser aplicado no topo.

O processo na máquina BoS inicia-se pela alimentação de uma placa de HDF do alimentador nº 2 (placa de base), que passa por um rolo revestido de cola à base de água, ficando o topo do painel com uma camada fina de cola. Passa nuns raspadores que retiram a cola das zonas onde vão ser coladas as rifas de MDF, ao mesmo tempo que é aplicado uma cola *hot melt*. É necessário fazer a raspagem, porque a cola à base de água anula o efeito da cola *hot melt*.

Seguidamente, um braço robotizado pega em 2 ripas finas (uma ripa para cada extremidade do painel) e uma ripa larga (centrada no painel), e, dispondo-as na ordem correcta de colocação no painel de HDF, pressiona-as de forma a ficarem fixas ao painel.

O painel já com as ripas e a cola, passa por um alimentar superior de honeycomb, que através de tracção vai puxando o honeycomb para os espaços livres entre as ripas. À frente, uma serra corta o excesso de honeycomb de forma a separar as placas. Neste ponto falta apenas colocar o HDF no topo da placa para finalizar o processo.

No lado oposto, o alimentador nº 3 de HDF, vai passando placas sobre uns rolos com cola à base de água, e com um braço robotizado vai colocá-las sobre as placas com honeycomb. No fim da linha existe um robot (*stacker*) que faz pilhas com 1400mm de altura (ver figura 7).

Ref.	Unid. Altura
TB	46
PT	37
SD	77
SH	77

Figura 7 -Unidades em altura

No caso dos *Top e Bottom* (TB) as pilhas são compostas por 46 painéis, nas *Partitions* 37 e nos *Sides* (SD) e *Shelves* (SH) são 77.

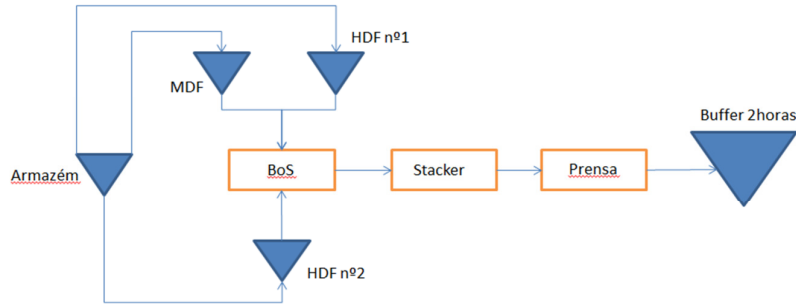
O tamanho das pilhas está relacionado com a espessura das placas à saída da máquina BoS. A tabela abaixo indica as espessuras por referência (ver figura 8).

Ref.	Espessura (mm)
TB	30
PT	37
SD	18
SH	18

Figura 8 -Espessura de cada referência

Posteriormente, as pilhas vão para uma prensa, onde são prensadas a frio durante 10 min. No fim, são colocadas num *buffer* durante 2 horas, em processo de cura. A cura é necessária para que a cola atinja a sua resistência máxima.

Existem 2 máquinas BoS a funcionar em paralelo, sendo que a BoS 1 está destinada a fazer *Top-Bottoms* e *Partitions*, e a BoS 2 a fazer *Shelves* e *Sides* (ver figura 9).



**Figura 9 -Esquema de processo**

Os tempos de ciclo de cada unidade estão na tabela 2 abaixo apresentada (tempo para obter 1 lote completo). De notar que a unidade de tempo utilizada é o minuto (min) e que, o tempo de stacker não foi englobado porque relativamente às restantes unidades é muito baixo. Além disso, ainda não existem dados sobre o tempo de ciclo do robot (*stacker*) da BoS 2.

**Tabela 2 -Tempos de ciclo**

	TC BoS 1	TC BoS 2	Prensa (100%)
TB 01		5,75	5,00
TB 02		5,75	5,00
SD 02	19,25		5,00
SD 03	19,25		5,00
SD 05	19,25		5,00
PT 02		5	5,00
PT 03		5	5,00
PT 05		5	5,00
SH 01	19,25		5,00
PT 04		5	5,00
SD 04	19,25		5,00

O elemento crítico da máquina BoS é a cura que demora cerca de 2 horas (120min) a processar, o que condiciona a flexibilidade do processo. Caso seja necessário alterar a ordem de produção, e não exista material em stock já curado, tem de se esperar mais de 2 horas até se obter a primeira palete!

Após a cura, as paletes são transferidas sobre tapetes de rolos para o processo seguinte que é o *Foil & Wrapping*.

### 3.3 Foil & Wrapping

O processo *Foil & Wrapping* separa-se na unidade *Foil* e na unidade *Wrapping*. Na primeira, é colocado um papel da cor dos painéis e no *Wrapping* são cortados na transversal (ver figura 10).

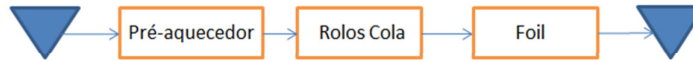


**Figura 10 -Esquema de processo**

Na unidade *Foil*, os lotes de placas da BoS são colocadas numa mesa elevatória e um operador vai colocando manualmente as placas em cima de um tapete rolante. Para que na alimentação de placas se garanta que não há mistura de espessuras, existe um batente superior que tem de ser regulado consoante a espessura da placa.

O tapete faz deslocar as placas através de uns pré-aquecedores que estão a uma temperatura de 150°, que aquecem as placas até 60° fazendo com que toda a humidade existente na placa seja evaporada. Além disso, tem como função permitir que no processo seguinte, ao aplicar-se

a cola à base de água, haja uma rápida evaporação dessa água, ficando sobre o painel uma película de cola concentrada (ver figura 11).



**Figura 11 -Esquema de processo**

Seguidamente, as placas aquecidas a 60°C deslocam-se entre 2 cilindros (um em cima e outro em baixo) revestidos com cola à base água, ficando os painéis com uma fina camada de cola sobre toda a sua superfície.

Findo a colocação da cola, o painel passa por uma calandra, composta por 2 cilindros e 2 rolos de papel (1 cilindro e rolo no topo e outro no fundo). Ao passar na calandra, os painéis vão traccionar o papel dos rolos, e os cilindros da calandra vão exercer pressão para que o papel fique colado de uma forma uniforme ao painel. No fim, existe uma faca rotativa que corta o excesso de papel.

No fim da unidade Foil existe uma mesa elevatória onde o operador coloca os painéis sobre duas *baseboard* juntas, formando um lote. Estas *baseboards* têm a medida de 2,1m cada e uma etiqueta RFID embutida. Quando o lote atinge a altura de 1400mm (lote de entrada é igual ao lote de saída), a pilha é transferida para a unidade seguinte que é o processo *wrapping*. É de frisar que a partir do processo Foil as placas passam a ser deslocadas sobre placas de base (*baseboards*). Desta forma eliminam-se os danos provocados pelos tapetes de rolos sobre a superfície do painel.

No processo *wrapping*, os lotes são processados numa máquina chamada Holzma que faz corte na transversal do painel. Consoante o painel e a referência a que vai dar origem, são feitos um ou mais cortes. (ver tabela 3)

**Tabela 3 -Nº de cortes por painel BoS**

F&W			BoS			Nº cortes
	L	W		L	W	
TB 01	0,606	0,796	TB 01	3,715	0,804	5
TB 02	1,206	0,796	TB 02	3,676	0,804	2
PT 01	0,201	0,984	PT 01	3,754	0,992	17
PT 02	0,329	0,792	PT 02	3,733	0,8	10
PT 03	0,585	0,792	PT 03	3,589	0,8	5
PT 04	1,225	0,792	PT 04	3,733	0,8	2
PT 05	1,865	0,792	PT 05	3,781	0,8	1
SD 01	0,201	0,984	SD 01	3,754	0,992	17
SD 02	0,329	0,792	SD 02	3,733	0,8	10
SD 03	0,585	0,792	SD 03	3,589	0,8	5
SD 04	1,225	0,792	SD 04	3,733	0,8	2
SD 05	1,865	0,792	SD 05	3,781	0,8	1
SH 01	0,569	0,716	SH 01	3,493	0,724	5

Na tabela da esquerda (tabela 3) estão as dimensões das peças à saída da F&W e na tabela da direita as peças à saída da BoS (entrada da F&W). A coluna da direita (Nº cortes) indica o número de cortes transversais que é feito no *wrapping* por cada placa BoS. É de salientar que todos os cortes têm a mesma distância entre si.



**Figura 12-Exemplo dos cortes feitos nos painéis**

Em cima está representada uma placa com os cortes na transversal. Tal como referido anteriormente, embora no desenho as distâncias entre placas não estejam coerentes, a distância entre cortes é obrigatoriamente igual.

No fim do processo *wrapping* os lotes são deslocados através dos conveyors para um buffer com capacidade para cerca de 60 lotes. Neste ponto, mantém-se o uso de 2 baseboards de 2,1 + 2,1 metros.

O tempo de ciclo do processo Foil & Wrapping (F&W) pode ser comparado com os do processo anterior na seguinte tabela: (ver tabela 4)

**Tabela 4 - Tempos de ciclo**

	TC BoS 1	TC BoS 2	Prensa (100%)	TC F&W (100%)
TB 01		5,75	5,00	1,97
TB 02		5,75	5,00	1,77
SD 02	19,25		5,00	3,30
SD 03	19,25		5,00	2,96
SD 05	19,25		5,00	4,44
PT 02		5	5,00	1,86
PT 03		5	5,00	4,13
PT 05		5	5,00	8,54
SH 01	19,25		5,00	1,37
PT 04		5	5,00	1,42
SD 04	19,25		5,00	1,42

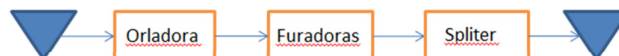
Como se pode verificar pela tabela anterior (tabela 4), o tempo de ciclo (relembro, que o tempo de ciclo apresentado refere-se ao tempo para obter um lote completo) da F&W (última coluna) é inferior ao da BoS, salvo a excepção do PT05, em que o tempo é superior ao da BoS.

Findo o *wrapping* os lotes são deslocados para o processo seguinte que é a *EdgeBand & Drill* (EB&D).

### 3.4 EdgeBand & Drill

Na *EdgeBand & Drill* (EB&D) é colocada uma orla à volta das peças, são feitas as furações para montagem e as peças são cortadas ao meio longitudinalmente. Este é o último processo antes de as peças serem colocadas no armazém, à excepção dos Bottoms que, após serem colocados no armazém, voltam a sair para serem processados na máquina insert nut (explicada na página 19).

No MPS vão existir 3 máquinas EB&D, sendo uma das máquinas dedicada a Shelves (SH), outra dedicada a Top e Bottoms (TB) e a outra a Sides (SD) e Partitions (PT). (ver figura 13)



**Figura 13 -Esquema de processo**

As peças saem da F&W e são movidas sobre os tapetes de rolos para a EB&D. A primeira máquina em que são processadas é a orladora. A função da orladora é colocar orla (à cor da peça) nas laterais das peças. Após orladas, existem dois viradores na linha, que têm a função de rodar as peças 90°, na horizontal. É necessário efectuar esta rotação para que seja possível orlar todos os lados das peças.

Seguidamente são processadas nas furadoras. As duas primeiras furadoras da linha têm a capacidade de furar tanto na horizontal como na vertical, a terceira apenas tem a habilidade de furar horizontalmente. Os motores de furação vertical seguram cabeços que por sua vez suportam cachimbos que possuem brocas acopladas. Existem cabeçotes com a capacidade de furar formas diversas e capazes de suportar diferentes quantidades de brocas. Cada motor das furadoras tem capacidade para suportar dois cabeçotes. Cada furadora tem 6 motores inferiores e 4 motores superiores. Os cabeçotes horizontais não são removíveis da furadora sendo apenas lá montadas

brocas para peças contendo furação lateral. Uma furadora nunca fura simultaneamente superior e inferiormente e assim, este tipo de furação é repartido pelas duas furadoras consecutivas.

À saída da furadora, as peças passam na máquina *Splitter* onde uma serra corta as peças em duas metades na longitudinal. Isto permite que cada peça que entra na linha dê origem a duas no seu final. Após a *Splitter*, existe um braço robotizado que, com um sistema de ventosas, troca as peças de posição de modo a que as faces anteriormente serradas possam ser orladas.

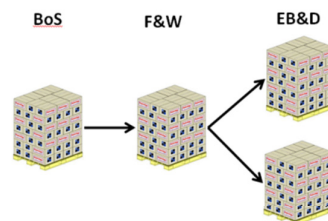
O tempo de ciclo das EB&D é apresentado no quadro em baixo (tabela 5). Como se pode verificar, trata-se em muito casos do Bottleneck (gargalo) do processo. Relembro que os tempos de ciclo indicados se referem ao tempo necessário para obter um lote completo.

**Tabela 5 -Tempos de ciclo**

	TC BoS 1	TC BoS 2	Prensa (100%)	TC F&W (100%)	TC EB&D (100%)
TB 01		5,75	5,00	1,97	4,31
TB 02		5,75	5,00	1,77	2,16
SD 02	19,25		5,00	3,30	23,10
SD 03	19,25		5,00	2,96	11,55
SD 05	19,25		5,00	4,44	6,42
PT 02		5	5,00	1,86	5,78
PT 03		5	5,00	4,13	11,55
PT 05		5	5,00	8,54	12,33
SH 01	19,25		5,00	1,37	3,47
PT 04		5	5,00	1,42	2,78
SD 04	19,25		5,00	1,42	2,78

No fim existe um robotque pega nas peças através de um sistema de ventosas, e as coloca em forma de pilha, sobre uma placa de base (*baseboard*) de 2.1metro (também com etiqueta RFID embutida). É de salientar que, até à entrada da EB&D, os lotes são movimentados sobre baseboards de 4.2 metros (duas *baseboards* de 2.1metros juntas).

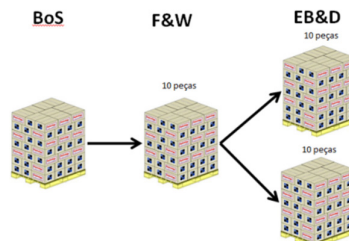
Desta forma, 1 lote à saída da BoS corresponde a um lote à saída da F&W, que por sua vez corresponde a 2 lotes à saída de EB&D.



**Figura 14 -Relação das quantidades com os lotes [18]**

### 3.5 Tamanho do Lote

O número de peças por lote de F&W é igual ao número de peças em cada lote de EB&D, porque as peças são cortadas a meio. Ou seja, 10 peças na F&W correspondem a 10 peças em cada lote na saída da EB&D (trata-se apenas de um exemplo).



**Figura 15 - Exemplo da relação da quantidade com os lotes [18]**

Na tabela em baixo (tabela 6) apresenta-se o número de peças que compõem cada lote à saída da EB&D. Fazendo a relação com o esquema anterior, o número de peças por lote da F&W é igual ao número de peças por lote da EB&D.

**Tabela 6 -Unidades por lote/referência**

F&W + EB&D	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 5	PT 2	PT 3	PT 5	SH 1	PT 4	SD 4
Unid./Lote	276	138	924	462	231	231	462	444	222	111	111

Na tabela em baixo (tabela 7) está a quantidade de peças à saída da EB&D por cada placa à saída da BoS.

**Tabela 7 -Placas BoS por lote**

	TB1	TB2	SD2	SD3	SD5	PT2	PT3	PT5	SH1	PT4	SD4
Peças/placa BoS	12	6	22	12	4	22	12	4	12	6	6

### 3.6 Armazém Automático

No fim da *Edgeband & Drill* existe um armazém automático onde os lotes saídos da EB&D são armazenados. Trata-se portanto de um armazém de trabalho em progresso (WIP). Daqui para a frente, o armazém automático vai ser identificado como Cloud (modelo) ou Texo (marca).

Basicamente, o Texo pode ser descrito como um armazém automático tridimensional. É um armazém em altura, composto por 4 andares e tem capacidade para armazenar 1300 paletes no seu interior. Como se trata de um armazém automático, as paletes são armazenadas de forma automática através de um robot, que permite um input/output de 132 paletes por hora. Assim, quando o operador do packing necessitar de uma palete, apenas tem de inserir um código no Software da Cloud, e passados 2,2 minutos são disponibilizadas em simultâneo até 4 paletes diferentes no exterior do armazém.

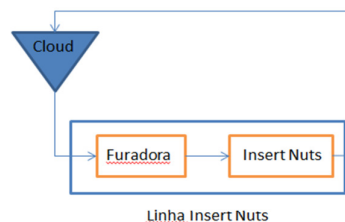
O que distingue a Cloud dos restantes armazéns automáticos é que, ao contrário dos armazéns comuns, a movimentação de cargas na vertical é feita no centro do armazém e não nas extremidades.

Além disso, está dotado de um sistema de RFID que permite saber o que se encontra no interior da Cloud bem como o que existe nas linhas de produção.

### 3.7 Insert Nut

No caso dos Bottoms é necessário fazer uma furação para depois serem colocados os pés dos móveis. Como não há espaço suficiente na linha, os lotes são deslocados da saída da EB&D para o interior da Cloud e depois são removidos da Cloud e colocados na linha da *Insert Nut*.

Neste processo, os Bottoms passam por 4 furadoras que fazem a furação e seguidamente uma robot coloca as roscas no interior da furação. (ver figura 16)



**Figura 16 -Esquema de processo**

### 3.8 Embalamento (Packing)

Os semi-produtos provenientes das áreas precedentes são embalados (em plástico ou cartão) em conjunto com as instruções de montagem, pernas das mesas, parafusos ou outros elementos necessários à montagem do artigo final. (ver figura 17)

Cada uma destas áreas é liderada por um Responsável de Área que é auxiliado por um *Foreman* estando um presente em cada turno. A mão-de-obra de cada área está dividida por equipas de modo a assegurar a rotatividade dos turnos.

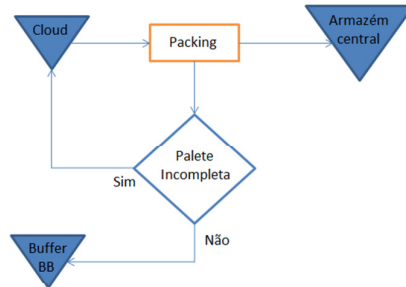


Figura 17 -Esquema de processo

### 3.9 Esquema Total do Processo

Em baixo é apresentado um esquema geral de todo o processo que serve de complemento à descrição detalhada, feita anteriormente. É um esquema bastante simples que não entra em detalhe, mas permite compreender o princípio de funcionamento. (ver figura 18)

Os triângulos invertidos representam armazéns intermédios (*buffer*), os rectângulos representam as máquinas que adicionam valor ao produto. É de salientar que só a partir da F&W é que se define a cor do móvel. Tal como referido anteriormente, a Cloud é um armazém automático de partes, isto é, de material acabado saído da EB&D.

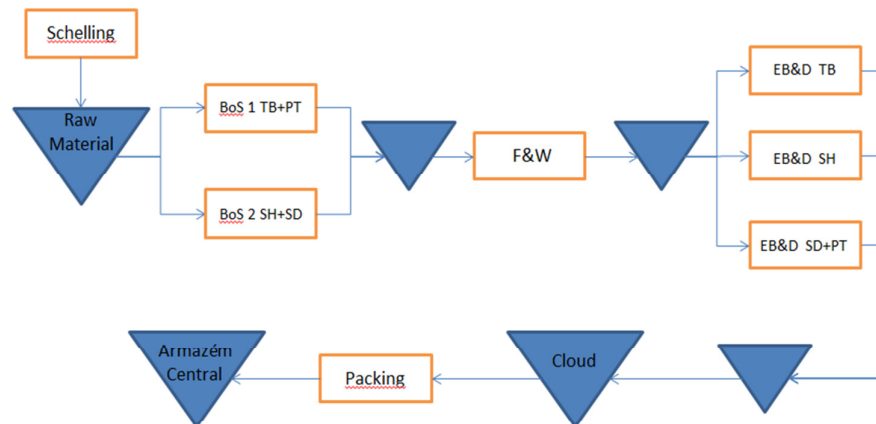


Figura 18 -Esquema total do processo

No packing faz-se o embalamento da junção das partes que estão na Cloud, cujo objectivo é a obtenção de móveis completos, no final do processo.

### 3.10 Implementação de RFID

Todas as baseboards que circulam no interior da empresa têm uma etiqueta RFID incorporada. Trata-se de uma etiqueta apenas de leitura, que ao passar nos vários leitores de RFID ao longo da linha, vai alterar o estado/referência no sistema informático (ver figura 19).





Figura 19 -Etiqueta RFID usada em paletes [19]

A figura 19 mostra em pormenor o exemplo uma etiqueta RFID para incorporar numa paleta. No caso do MPS vão ser usadas placas de base (*Baseboards*) em vez de paletes, mas as etiquetas são as mesmas.

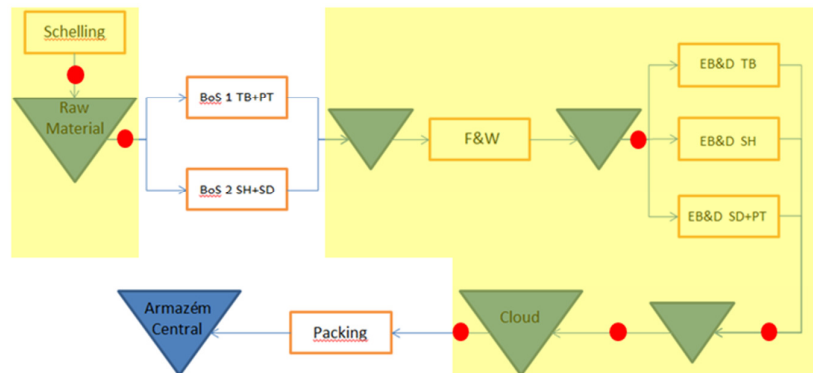


Figura 20 -Área de actuação do RFID

Na figura 20, a área amarela delimita a área de utilização das *baseboards*, que por sua vez delimita a área de actuação do sistema RFID. Como se pode verificar, apenas a unidade BoS não permite a utilização do sistema RFID porque não se utilizam *baseboards* para fazer a movimentação dos lotes. Os círculos a vermelho indicam as localizações dos vários leitores de RFID. (ver figura 21)



Figura 21 -Leitores de RFID inseridos na linha [20]

O MDF e o HDF são cortados na Schelling e são colocados em baseboards que têm uma etiqueta RFID com um código de identificação. O primeiro leitor de RFID encontra-se à saída da Schelling, que ao ler o código de identificação da baseboard, vai atribuir no sistema informático uma referência de produto semi-acabado da Schelling. Consoante o plano de produção em vigor, ao código de produto semi-acabado é adicionada a referência a que diz respeito (Se são ripas finas, largas, etc). Nesta fase, o sistema informático de gestão da produção dá entrada de um lote no sistema. Todos os lotes são colocados num buffer chamado de Raw Material.

Quando os lotes de uma determinada referência são necessários, são deslocados para o armazém intermédio da unidade BoS. Como não há sistema de RFID na BoS, há um leitor à saída do armazém intermédio que dá baixa no sistema informático da paleta existente.

Após a F&W as placas passam a ser deslocadas sobre baseboards. Há um leitor de RFID no fim da linha que, tal como na Schelling, lê o número de identificação da etiqueta RFID inserida na baseboard e consoante o plano de produção em vigor na F&W, atribui no sistema

informático um código a esse número de identificação. Neste momento, dá entrada no sistema informático de gestão, um lote da referência x, que é um produto semi-acabado da F&W que vai dar origem a um SD, PT, SH ou TB.

Seguidamente entra na EB&D onde é processado. À saída há outro leitor que ao ler o número de identificação da paleta faz a sincronização com o sistema informático de gestão. Desta forma, o código atribuído no sistema informático à paleta na F&W é alterado para semi-produto da EB&D, mantendo-se a referência à parte a que corresponde (Side, Shelve, Partition ou TopBottom).

À entrada da Cloud há outro leitor que dá entrada do lote no sistema de gestão de *stock* do armazém. Há saída da Cloud há outro leitor que ao ler a etiqueta apaga todos os dados do sistema informático fazendo, desta forma, um “reset” à *baseboard*. No caso das baseboards vazias, este *reset* não implica nenhuma acção especial, mas nas baseboards que estejam incompletas e tenham de voltar à Cloud o operador tem de dar entrada no sistema informático dessa nova baseboard, inserindo o código da etiqueta RFID, a referência a que diz respeito e o número de peças “no seu interior”.

É necessário frisar que o sistema RFID não contabiliza o número de peças. Considera que trabalha com lotes completos e que todas as peças estão *Ok*, sem qualquer defeito. Sabendo o número de peças por lote em cada parte do processo, o sistema calcula o produto do número de baseboards pela quantidade por lote, obtendo-se um número de peças teóricas.

Sempre que se remover um lote/peça do processo, o operador tem de dar baixa no sistema desse lote. No caso dos controlos de qualidade, o operador dá baixa no sistema desse lote, mas terminada a análise da qualidade volta a inseri-lo no sistema de gestão. Estes pontos de controlo podem tornar-se problemáticos caso o operador, ao inserir o lote no sistema, se engane na referência ou na quantidade.

### 3.11 Pontos de Triagem da Qualidade

Ao longo de toda a linha existem diversos locais de verificação da qualidade das peças que estão a ser produzidas. Na Swedwood faz-se sempre o controlo de qualidade da primeira peça produzida em cada setup e depois apenas se fazem controlos periódicos.

Na figura 22 estão representadas a amarelo, os pontos onde são feitos os controlos de qualidades.

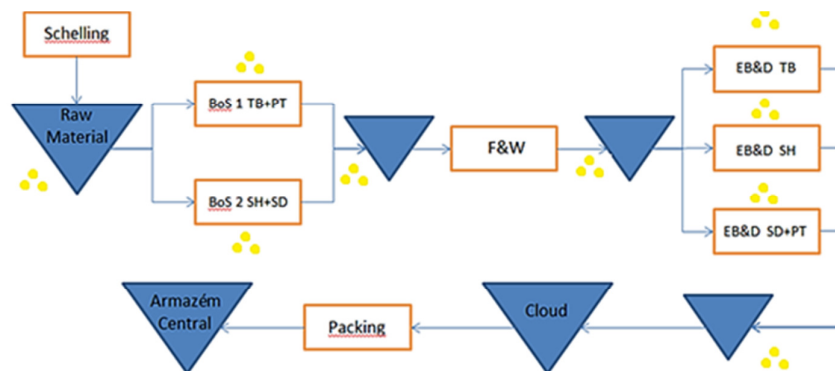


Figura 22 -Localização dos controlos de qualidade

Como se pode verificar, são feitos controlos à entrada/saída e durante os processo. No caso da BoS é feito um controlo dimensional à entrada do HDF e do MDF, e da altura e humidade do

Honeycomb. Durante o processo é medida a gramagem da cola, faz-se o controlo da disposição das ripas e, no fim, faz-se um controlo dimensional dos painéis obtidos.

Durante o processo na F&W, faz-se a medição da gramagem da cola, tal como na BoS. À saída faz-se a medição de brilho da superfície da peça, controlo dimensional da peça, verificasse o nível de colagem do papel através do teste da quadrícula e termina-se com um controlo visual.

Na EB&D há controlo de qualidade durante e no fim do processo. No fim/durante o processo apenas se faz um controlo dimensional às furações e no fim faz-se um teste de arrancamento à orla para verificar se está bem colada.

### 3.12 O Planeamento

O objectivo do planeamento da produção na Swedwood Portugal é criar um plano que optimize os custos, respeitando todas as regras de trabalho em vigor.

Durante o planeamento é preciso considerar as encomendas em vigor, a previsão de vendas, os níveis de inventário (stock na fábrica) e o prazo de entrega. Portanto, o plano de produção deve ser balanceado de forma a se obter a melhor relação entre: prazo de entrega, níveis de inventário/custo e a performance dos equipamentos.

O horizonte do *Master Planning* (planeamento mestre de produção) tem de ser suficientemente longo, de forma a cobrir as flutuações sazonais durante o ano, isto é, pelo menos 12 meses. Durante esses 12 meses, a produção tem de conseguir suportar a sazonalidade do lançamento do catálogo (Agosto/Setembro) e Natal (Dezembro), bem como o encerramento durante as férias. Para tal, é necessário produzir para *stock*.

O planeamento tem obrigatoriamente de fazer um plano “geral” com o horizonte de 12 semanas, de modo a evitar rotura de stock de matérias-primas. Este planeamento é flexível, sendo ajustado ao longo do tempo, até um período mínimo de 2 semanas. A cada 2 semanas, o plano de produção é congelado, não podendo ser alterado. Esse plano tem de ser o mais correcto/ajustado possível às necessidades dessa altura.

Em caso de sucessivas rupturas de material ou capacidade, o planeamento tem de dar prioridade à produção para stock em vez de produzir segundo uma previsão de vendas, porque havendo rupturas significa que a previsão de vendas não é completamente fiável (considerando que o planeamento foi feito de uma forma correcta). Outra regra no planeamento da produção é o imperativo de dar prioridade às ordens atrasadas, sendo que quanto mais atrasada estiver uma ordem maior é a sua prioridade.

Para preparar o *Master Plan* é utilizado um software denominado Movex MSP. Desta forma, o responsável do planeamento não precisa de fazer o planeamento manualmente, tendo apenas de verificar o plano obtido através do Movex. No caso de ser necessário fazer alterações ao plano, o responsável do planeamento tem autoridade para ajustar o plano manualmente, tanto em quantidade como em ordenação da produção.

De forma a garantir que o plano de produção criado é executável e aceitável, a produção deve ter em atenção as quantidades por encomenda. Há 2 parâmetros que podem ser utilizados. O primeiro é o da quantidade mínima por encomenda, sendo que o Movex não considera quantidades abaixo da predefinida. O segundo tem em atenção a quantidade máxima, pelo que mais do que essa quantidade o Movex faz a divisão em 2 ou mais encomendas.

Actualmente não existem cálculos para o tamanho de lote óptimo, mas existe uma calculadora no Movex que consegue determinar o tamanho de lote óptimo. Para tal, utiliza o custo e o histórico da produção. Como actualmente ainda se está em fase de arranque, não existem esses dados.

Durante o planeamento tem de ser considerado a quantidade de sucata (peças defeituosas) obtida durante a produção. O retrabalho (*rework*) não é considerado na produção, mas findo o processo de “reparação”, esse material tem de dar entrada no sistema informático de forma a ser contabilizado nas produções seguintes. Como tal, é necessário calcular o stock de segurança de forma a conseguir-se cobrir as perdas.

Na Swedwood o stock de segurança é calculado segundo a seguinte forma:

$$SS = z * \sqrt{(LT * \sigma D^2 + D^2 * \sigma LT)}$$

Em que:

- LT= Tempo medio de entrega;
- D=Procura média;
- Z=Coefficiente de segurança;
- $\sigma D$ =Desvio padrão da procura média;
- $\sigma LT$ =Desvio padrão do tempo médio de entrega.

## 4 Desenvolvimento do Kanban de Produção

A conversão de um sistema de gestão da produção baseado num MRP, para um sistema baseado num Kanban, implica um trabalho bastante minucioso no seu desenvolvimento. Torna-se ainda mais complexo quando ainda não existem dados reais sobre a produção e/ou funcionamento da linha, isto é, quando existe a falta de um histórico.

Analisando-se a árvore de produto (da tabela 1 da página 12) verifica-se que existem elementos que são comuns a várias referências. À primeira vista constata-se que as Shelfes SH1 são comuns a todas as referências, sendo por isso um dos componentes que vão ser produzidos em maior quantidade, seguidos dos Top e Bottom (TB1 e TB2). (ver tabela 1)

Como ainda não existe um histórico de vendas/produção da linha MPS da Swedwood Portugal, vai-se considerar uma previsão de vendas anual como sendo a procura real. Como não existem dados mais fidedignos, tem de se partir de pressupostos. O primeiro pressuposto é que a previsão de vendas representa a realidade e que não vão existir variações da procura ao longo do tempo.

### 4.1 Estudo da Previsão de Vendas

O primeiro passo é o de determinar a procura mensal e semanal, para determinar a relação de vendas/produção entre as várias referências.

Tabela 8 e 9 -Estudo da previsão de vendas (Quantidades, rácio)

	Quantidade	Rácio	%
R7	77768,00	0,11789872	11,79
R8	53389,00	0,080939394	8,09
R10	40413,00	0,061267372	6,13
R11	76207,00	0,115532195	11,55
R12	109159,00	0,165488458	16,55
R13	58214,00	0,088254245	8,83
R14	167074,00	0,253289409	25,33
R15	77393,00	0,117330208	11,73
Total	659617,00	1	100

	Quantidade	Rácio	%
R14	167074,00	0,253289409	25,33
R12	109159,00	0,165488458	16,55
R7	77768,00	0,11789872	11,79
R15	77393,00	0,117330208	11,73
R11	76207,00	0,115532195	11,55
R13	58214,00	0,088254245	8,83
R8	53389,00	0,080939394	8,09
R10	40413,00	0,061267372	6,13
Total	659617,00	1	100

Nas tabelas 8 e 9, estão representadas as quantidades/rácio de cada móvel que vão ser vendidas durante o ano 2011/2012. Na tabela da direita apenas se ordenou do maior rácio para o menor.

Como se pode verificar pelo gráfico 23, o móvel R14 representa 25% das vendas totais, seguindo-se o R12 que representa cerca de 16,6%. O R7, R15 e R11 apresentam o mesmo rácio de vendas (cerca de 11%) bem como o R13, R8 e R10 (cerca de 8% das vendas totais).

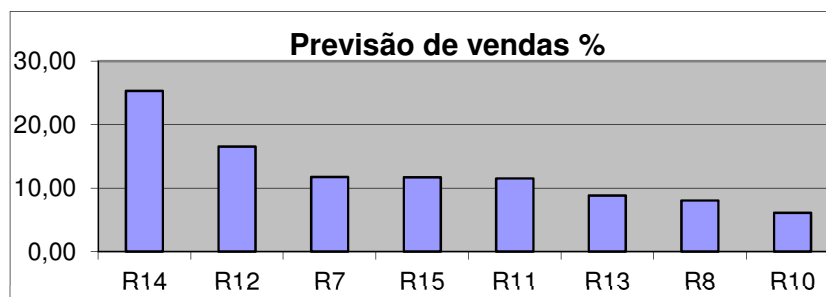


Figura 23 -Gráfico da previsão de vendas

Convertendo os valores de vendas mensais para semanais e diários, constata-se que, por semana, são vendidos cerca de 13743 móveis. Aplicando um coeficiente de segurança de 2,35 para proteger o sistema das sazonalidades (o dimensionamento é feito de acordo com a sazonalidade), considera-se que as vendas semanais serão de cerca de 32500 móveis por semana. (ver tabela 9)

**Tabela 9 –Previsão de vendas**

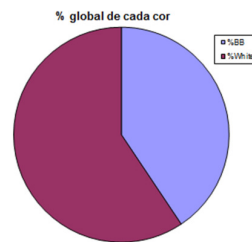
	Mês	Semana	Dia
R14	13922,83	3480,71	696,14
R12	9096,58	2274,15	454,83
R7	6480,67	1620,17	324,03
R15	6449,42	1612,35	322,47
R11	6350,58	1587,65	317,53
R13	4851,17	1212,79	242,56
R8	4449,08	1112,27	222,45
R10	3367,75	841,94	168,39
<b>Total</b>		13742,02	2748,40

O pressuposto 2 é que a procura semanal não vai exceder as 32500 unidades, sendo que o valor médio é de 13000 unidades. Dessas 13000 unidades cerca de 45,5% vão ser Shelfes (SH1), 24,3% Top e Bottoms, 24% Sides e 6% Partitions.

Seguidamente agruparam-se as partes (constituintes das referências) por importância. Para terminar o estudo da previsão de vendas, fez-se o estudo das vendas consoante a cor. De salientar que nesta fase apenas vão ser produzidos móveis em Branco e Castanho escuro (BB). (ver tabela 10)

**Tabela 10 -Quantidades por cor**

	Quantidades			
	BB	White	%BB	%White
R7	31.863	45.905	40,97%	59,03%
R8	18.717	34.672	35,06%	64,94%
R10	13.393	27.020	33,14%	66,86%
R11	29.382	46.825	38,56%	61,44%
R12	43.445	65.714	39,80%	60,20%
R13	22.882	35.332	39,31%	60,69%
R14	84.273	82.801	50,44%	49,56%
R15	33.637	43.756	43,46%	56,54%
<b>Total</b>	277.592	382.025		



Através da tabela e do gráfico apresentado anteriormente constata-se que a cor mais vendida será a White.

**Tabela 11 -Ajuste dos rácios por cor**

	%BB	%White	Desvio %BB	Desvio %White
R7	40,00%	60,00%	0,97%	-0,97%
R8	35,00%	65,00%	0,06%	-0,06%
R10	35,00%	65,00%	-1,86%	1,86%
R11	40,00%	60,00%	-1,44%	1,44%
R12	40,00%	60,00%	-0,20%	0,20%
R13	40,00%	60,00%	-0,69%	0,69%
R14	50,00%	50,00%	0,44%	-0,44%
R15	45,00%	55,00%	-1,54%	1,54%

Com vista à uniformização dos resultados, arredondou-se à unidade os rácios de cada cor, arredondando-se para cima a cor que sai mais, e para baixo a cor que sai menos. Nos casos em que existe uma pequena variação fez-se o balanceamento dos valores. (ver tabela 11)

## 4.2 Quantidades por Lote

Para determinar as quantidades por lote é necessário saber as unidades dispostas na base e na altura. Sabendo a espessura de cada placa (TB=30mm; PT=37mm; SD e SH=18mm) e que

existe uma limitação de 1400mm de altura, imposta pelas máquinas do processo, determina-se as unidades por altura. (ver tabela 12)

Ref.	Unidades Altura
TB	46
PT	37
SD	77
SH	77

**Tabela 12 -Unidades em altura por referência**

Na determinação das unidades dispostas na base é necessário determinar as dimensões da baseboard. Os produtos terminados da BoS não utilizam baseboards, por isso, as unidades por lote são iguais às unidades em altura. (ver tabela 13)

**Tabela 13 -Unidades por cada lote BoS**

BoS	Unid. Base	Unid. Altura	Unid. Lote
TB1	1	46	46
TB2	1	46	46
SD2	1	77	77
SD3	1	77	77
SD5	1	77	77
PT2	1	37	37
PT3	1	37	37
PT5	1	37	37
SH1	1	77	77
PT4	1	37	37
SD4	1	77	77

No caso da F&W são utilizadas baseboards de 4200mm (duas baseboard de 2,1m juntas). Para se determinar o número de peças que cada placa, à saída da BoS, dá origem à saída da F&W, fez-se o quociente entre o comprimento de cada placa BoS (L) e o comprimento de cada placa à saída da F&W (L). (ver tabela 14)

**Tabela 14 -Unidades F&W que cada placa BoS dá origem**

BoS	L	W	F&W	L	W	Unid/placa
TB 01	3,715	0,804	TB 01	0,606	0,796	6
TB 02	3,676	0,804	TB 02	1,206	0,796	3
PT 02	3,733	0,8	PT 02	0,329	0,792	11
PT 03	3,589	0,8	PT 03	0,585	0,792	6
PT 04	3,733	0,8	PT 04	1,225	0,792	3
PT 05	3,781	0,8	PT 05	1,865	0,792	2
SD 02	3,733	0,8	SD 02	0,329	0,792	11
SD 03	3,589	0,8	SD 03	0,585	0,792	6
SD 04	3,733	0,8	SD 04	1,225	0,792	3
SD 05	3,781	0,8	SD 05	1,865	0,792	2
SH 01	3,493	0,724	SH 01	0,569	0,718	6

Sabendo as unidades em altura (quantidade de placas BoS por lote) faz-se o produto pelas unidades por placa e obtêm-se as quantidades por lote à saída da F&W. Na tabela 15 estão apresentadas as unidades/lote, por cada referência à saída da F&W.

F&W	Unid. Base	Unid. Altura	Unid. Lote
TB1	6	46	276
TB2	3	46	138
SD2	12	77	924
SD3	6	77	462
SD5	3	77	231
PT2	12	37	444
PT3	6	37	222
PT5	3	37	111
SH1	6	77	462
PT4	3	37	111
SD4	3	77	231

**Tabela 15 -Unidades por lote na F&W**

À saída da EB&D, os lotes são divididos em baseboards de 1,4metros ou 2,1metros. No interior da Cloud (armazém automático) apenas 30% dos espaços totais (correspondente a 390 lugares) permitem o armazenamento de baseboards de 2,1metros. Portanto é necessário determinar que referências vão ser colocadas neste tipo de placa de base. Para isso, vai-se determinar que dimensão de placa de base que permite menor desperdício de espaço.

**Tabela 16 -Desperdício por cada placa de base**

	Desperdício (m)		BB utilizada
	BB 1,4m	BB 2,1m	
TB1	0,33	0,50	1,4
TB2	0,17	0,75	1,4
SD2	0,33	0,50	1,4
SD3	0,42	0,63	1,4
SD5	0,75	0,13	2,1
PT2	0,33	0,50	1,4
PT3	0,42	0,63	1,4
PT5	0,75	0,13	2,1
SH1	0,49	0,74	1,4
PT4	0,15	0,72	1,4
SD4	0,15	0,72	1,4

Como se pode verificar pela tabela 16 apresentada, apenas a Partition 05 (PT 05) e o Side 05 (SD 05) apresentam vantagens em serem armazenados em baseboards de 2,1m. Os cálculos estão apresentados em anexo (Anexo A). (ver tabela 17)

**Tabela 17 -Unidades por lote à saída da EB&D**

EB&D	Unid. Base	Unid. Altura	Unid. Lote
TB1	6	46	276
TB2	3	46	138
SD2	12	77	924
SD3	6	77	462
SD5	3	77	231
PT2	12	37	444
PT3	6	37	222
PT5	3	37	111
SH1	6	77	462
PT4	3	37	111
SD4	3	77	231

As quantidades por lote na EB&D são iguais às da F&W, mas é preciso salientar que um lote da F&W dá origem a vários lotes à saída da EB&D. (ver tabela 18)

BoS <->F&W<->EB&D (peças/lotes)			
	Lote BoS	Cada Lote BoS <->F&W	Cada Lote F&W<->EB&D
		Paleta 4,2m	Paletes
TB1	1	1	2
TB2	1	1	2
SD2	1	1	1,83
SD3	1	1	2
SD5	1	1	1,33
PT2	1	1	1,83
PT3	1	1	2
PT5	1	1	1,33
SH1	1	1	2
PT4	1	1	2
SD4	1	1	2

**Tabela 18 -Relação de lotes entre cada processo**

Na tabela 18 apresentada está indicada a quantidade que cada lote BoS dá origem na F&W e da F&W na EB&D. Cada lote BoS dá origem a 1 lote à saída da F&W e cada lote F&W dá origem em grande parte das vezes a 2 lotes à saída da EB&D, à exceção dos SD e PT 2 e dos SD e PT 5.

O terceiro pressuposto é que todas as baseboards estão completas, não existindo, por isso, baseboards incompletas. O quarto pressuposto é que todas as peças no interior da baseboard não têm defeitos.



### 4.3 Tempo de ciclo

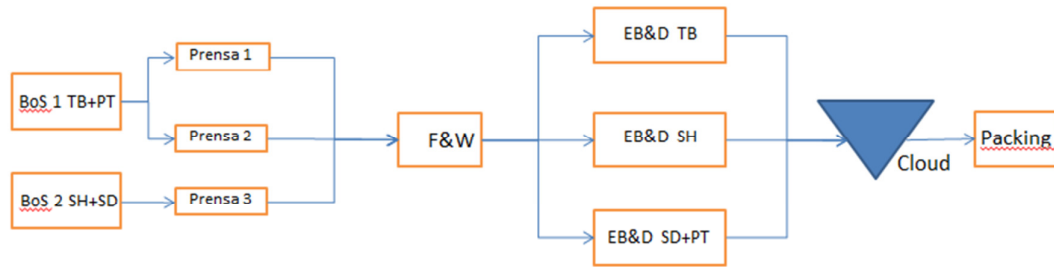
Actualmente ainda não existe um valor real do tempo de ciclo de cada máquina. Apenas existe um valor teórico fornecido pelos fabricantes dos equipamentos. Esse valor é dado em unidades por minuto, considerando um rendimento de 100%. O grande problema de se utilizar um valor teórico, é que pode estar desfasado da realidade, comprometendo o dimensionamento do sistema Kanban. Além disso, o gargalo (*bottleneck*) pode deixar de estar correctamente identificado correndo-se o risco de falhas graves na produção.

**Tabela 19 -Cadência teórica das máquinas**

BoS			BoS 1	BoS 2	F&W				EB&D		
	L	W	pcs/min	pcs/min	L	W	pcs/min	m2		pcs/min	
TB 01	3,715	0,804	4,5	9	TB 01	0,606	0,796	70	0,48	TB 01	64
TB 02	3,676	0,804	4,5	9	TB 02	1,206	0,796	39	0,96	TB 02	64
PT 02	3,733	0,8	4,5	9	PT 02	0,329	0,792	62	0,26	PT 02	40
PT 03	3,589	0,8	4,5	9	PT 03	0,585	0,792	56	0,46	PT 03	40
PT 04	3,733	0,8	4,5	9	PT 04	1,225	0,792	39	0,97	PT 04	40
PT 05	3,781	0,8	4,5	9	PT 05	1,865	0,792	26	1,48	PT 05	36
SD 02	3,733	0,8	4,5	9	SD 02	0,329	0,792	140	0,26	SD 02	40
SD 03	3,589	0,8	4,5	9	SD 03	0,585	0,792	78	0,46	SD 03	40
SD 04	3,733	0,8	4,5	9	SD 04	1,225	0,792	39	0,97	SD 04	40
SD 05	3,781	0,8	4,5	9	SD 05	1,865	0,792	26	1,48	SD 05	36
SH 01	3,493	0,724	4,5	9	SH 01	0,569	0,716	81	0,41	SH 01	64

A tabela acima são os valores fornecidos pelos fabricantes. Para a obtenção do tempo de ciclo, calcula-se o quociente das peças por lote pelas peças/min, obtendo-se como resultado o tempo necessário para processar uma paleta completa (tempo de ciclo). É de salientar que, de agora em diante, o tempo de ciclo representa o tempo necessário para se processar um lote completo.

No cálculo dos tempos de ciclo teve-se em atenção o número de máquinas a funcionar em paralelo (caso da Prensa na BoS2) e os lotes que dão origem a vários lotes à saída do processo seguinte (caso da F&W e da EB&D).



**Figura 24 -Esquema simplificado do processo**

Como se verifica pela figura 24, no caso da BoS 1 existem 2 prensas a trabalhar em paralelo e em simultâneo. Por isso, o tempo de ciclo considerado é de 5 minutos (10min/2). É de salientar que, embora as BoS e as EB&D estejam a trabalhar em paralelo, o seu tempo de ciclo mantém-se inalterado porque estão dedicadas a uma referência.

Na tabela 20 está representada a proporção que cada lote representa à saída de cada processo. Servindo de exemplo, um lote à saída da BoS corresponde a um lote à saída da F&W, que por sua vez corresponde a dois lotes à saída da EB&D.

Tabela 20 -Relação entre lotes

BoS <->F&W<->EB&D (peças/lotes)			
	Lote BoS	Cada Lote BoS <->F&W	Cada Lote F&W<->EB&D
		Paleta 4,2m	Paletes
TB1	1	1	2
TB2	1	1	2
SD2	1	1	1,83
SD3	1	1	2
SD5	1	1	1,33
PT2	1	1	1,83
PT3	1	1	2
PT5	1	1	1,33
SH1	1	1	2
PT4	1	1	2
SD4	1	1	2

A amarelo estão marcadas as referências que não correspondem a um número inteiro (SD 2 e 5 e PT 2 e 5).

Tabela 21 -Tempos de ciclo

	TC BoS 1	TC BoS 2	Prensa (100%)	TC F&W (100%)	TC EB&D (100%)
TB 01		5,75	5,00	1,97	4,31
TB 02		5,75	5,00	1,77	2,16
SD 02	19,25		10,00	3,60	23,10
SD 03	19,25		10,00	2,96	11,55
SD 05	19,25		10,00	6,68	6,42
PT 02		5	5,00	2,03	5,78
PT 03		5	5,00	4,13	11,55
PT 05		5	5,00	12,84	12,33
SH 01	19,25		10,00	1,37	3,47
PT 04		5	5,00	1,42	2,78
SD 04	19,25		10,00	1,42	2,78

Na tabela 21 estão indicados os tempos de ciclos (tempo para obter um lote completo) da produção. Como se constata pelos valores obtidos, as referências produzidas na BoS (SD e SH) têm como gargalo a própria BoS à exceção do SD02 que tem como gargalo a EB&D. O gargalo dos Top e Bottom é a BoS2, das Partition 02 e 03 é a EB&D, da Partition 04 é a BoS 2 e da Partition 05 é a F&W.

Da tabela conclui-se que a BoS e a EB&D são as máquinas que condicionam o processo. É de salientar que embora sejam o gargalo, conseguem satisfazer a produção semanal durante as sazonalidades. Para evitar fenômenos de Starving e Blocking propus reduzir o rendimento das máquinas que não são gargalo, em função do gargalo, de forma a balancear o fluxo. Assim, cria-se um fluxo constante, em que deixam de existir fenômenos de falta de material (*Starving*) ou excesso de material (*Blocking*). Outra vantagem deste balanceamento é que o gargalo funciona com um rendimento de 100%, mas as restantes com um rendimento inferior, têm um menor desgaste.

Para tal, foi criada uma folha Excel que faz automaticamente o balanceamento da linha, ajustando os rendimentos das máquinas de forma que o tempo de ciclo seja constante em todas as fases do processo. (no Anexo B encontra-se uma imagem da folha de cálculo e é explicado o seu funcionamento).

#### 4.4 Tamanho do armazém intermédio

Para determinar a quantidade de baseboards que enchem os armazéns intermédios da F&W+EB&D, por forma a determinar o número máximo de trabalho em progresso (WIP) que é possível ter na linha, fez-se a medição do comprimento das linhas e dividiu-se pelo comprimento das baseboards.

Na figura 35 estão numerados todos os armazéns intermédio (*buffers*), em que os números iguais correspondem a armazéns intermédios (*buffers*) com as mesmas dimensões.

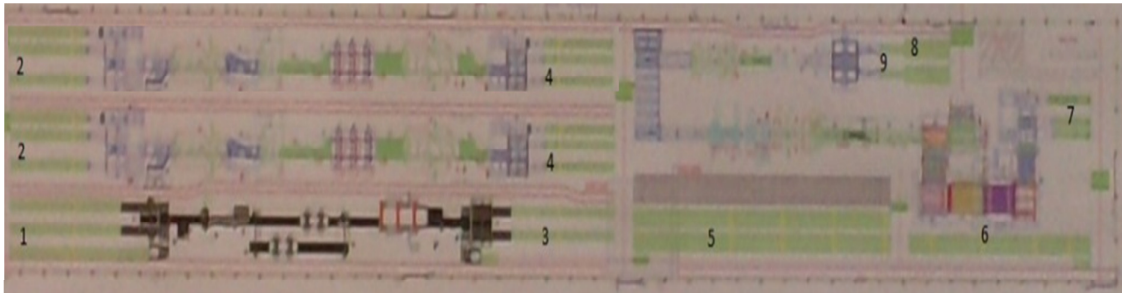


Figura 25 -Localização dos buffers

Na tabela 22 estão indicados os números máximos de baseboards por cada área.

Tabela 22-Quantidade de baseboards em cada buffer

Zona	Dim Base Board (m)	
1 e 2	1,4 ou 2,1	
3;4;5;6;7	4,2	
8 e 9	não tem BB = L	
1 e 2	1,4	
1 e 2	2,1	

Nº Placas BB	8	9	7	6	5	4	3	1	2
TB 1	12	2	4	22	60	12	12		39
TB 2	12	2	4	22	60	12	12		39
SD 2	12	2	4	22	60	12	12		39
SD 3	12	2	4	22	60	12	12		39
SD 4	12	2	4	22	60	12	12		39
SD 5	12	2	4	22	60	12	12		27
SH 1	12	2	4	22	60	12	12	72	39
PT 2	12	2	4	22	60	12	12		39
PT 3	12	2	4	22	60	12	12		39
PT 4	12	2	4	22	60	12	12		39
PT 5	12	2	4	22	60	12	12		27

Sabendo que para encher a Cloud são necessárias 910 paletes de 1400mm e 390 de 2100mm, e que o número de placas de base (*baseboards*) de trabalho em progresso (*WIP*) está indicado na tabela anterior, conclui-se que são necessárias 1069 baseboards de 1400mm (atenção que as baseboards de 4,2m são duas baseboards de 2,1m juntas) e 637 baseboards de 2100mm. Arredondado são necessárias 1080 paletes de 1400mm e 650 de 2100mm.

Para determinar a quantidade de baseboards que enchem os armazéns intermédios da BoS, por forma a determinar o número máximo de trabalho em progresso (*WIP*) que é possível ter na linha, fez-se a medição do comprimento das linhas e dividiu-se pelo comprimento do maior painel (relembro que à saída da BoS os produtos finais não têm placa de base).

Em baixo estão apresentadas as quantidades totais de lotes de painéis (apelidado de paletes) na linha. Como se constata pelos valores apresentados, no total é possível ter 244 lotes de material terminado no armazém intermédio (*buffer*) à saída da BoS.

É de salientar que não foram contabilizadas as linhas que permitem fazer a movimentação de painéis. Estas linhas têm de ser mantidas livres porque, caso estejam ocupadas, não é possível fazer deslocação dos lotes sem ter de cumprir a ordem de disposição dos lotes. (ver tabela 23)

**Tabela 23 -Buffer da BoS**

Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
9	7,313420841	27,301	65,82078757	7	63
2	6,496115725	24,25	12,99223145	6	12
Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
5	4,687918564	17,5	23,43959282	4	20
Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
8	3,000267881	11,2	24,00214305	3	24
Linhas	Quant. Linha	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
9	10,38039111	38,75	93,42351996	10	90
Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	7,018215912	26,199	7,018215912	7	7
Linhas	Quant. Linha (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	10,11492098	37,759	10,11492098	10	10
Linhas	Quant. Linha (3,493)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	18,2828824	68,25	18,2828824	18	18

**4.5 Tempo Buffer com rendimento a 100%**

Findo o estudo dos tempos de ciclo, constata-se que o buffer entre a F&W e a EB&D é problemático devido à grande diferença de tempos de ciclo. Como as máquinas têm obrigatoriamente de trabalhar com um rendimento de 100% (não é possível fazer um balanceamento do fluxo) é importante determinar quanto tempo demora até se ter bloqueio.

**Tabela 24 -Rácios dos tempos de ciclo**

	Tciclo (paleta) minutos										
	TB 01	TB 02	SD 02	SD 03	SD 05	PT 02	PT 03	PT 05	SH 01	PT 04	SD 04
F&W	1,97	1,77	3,60	2,96	6,68	2,03	4,13	12,84	1,37	1,42	1,42
EB&D	4,31	2,16	23,10	11,55	6,42	5,78	11,55	12,33	3,47	2,78	2,78
Rácio	2,19	1,22	6,42	3,90	0,96	2,84	2,80	0,96	2,53	1,95	1,95

Como se verifica na tabela 24, no caso do SD5 e da PT5 não existem problemas de bloqueio nem falta de material porque há um rácio entre os tempos de ciclo de 1. Na realidade o rácio é de 0,96, pelo que idealmente iria existir falta de material na EB&D, mas como a diferença entre 0,96 e 1 é tão pequena, nunca se vai sentir esse efeito.

Já nas restantes referências vai existir Blocking devido à grande diferença dos tempos de ciclo. No caso do SD2 o rácio é de 6,42 sendo que, nos restantes, varia entre 2 e 3.

Para o cálculo partiu-se do pressuposto que cada referência está destinada a apenas uma linha do *buffer*. Sabendo que existem 4 linhas e que cada linha tem capacidade para 22 lotes, determinou-se o tempo que demora a encher o *buffer*. A partir desse tempo a máquina tem de funcionar com um rendimento inferior a 100% (cálculos no Anexo C).

**Tabela 25 -Tempos de produção**

	Tempos Produção (min) F&W Saturar linhas (22 paletes linha)										
	TB 01	TB 02	SD 02	SD 03	SD 05	PT 02	PT 03	PT 05	SH 01	PT 04	SD 04
R7	79,89					69,01	141,17				
R8		216,86				69,01	141,17				64,26
R10		216,86			0,00		141,17			64,26	
R11	79,89				0,00		141,17				
R12		216,86		87,62			141,17		49,84		
R13	79,89			87,62			141,17				
R14		216,86	93,84				141,17	0,00			
R15	79,89		93,84				141,17				

Como se pode constatar pelos valores da tabela 25, a referência mais problemática é a SH 01, que após 50 minutos de produção da F&W há excesso de material. Nas restantes referências, a média é de cerca de 65min, sendo que o TB2 e PT 03 destacam-se porque apenas têm excesso de material passados 216min e 141min, respectivamente.

#### 4.6 Dimensionamento do Armazém.

Findo o estudo da previsão de vendas e das quantidades por lote é necessário dimensionar o armazém automático (Cloud). Sabe-se à partida que existem 910 lugares para placas de base de 1400mm e 390 para placas de base de 2100mm.

Como a previsão de vendas não é totalmente fiável criou-se uma folha em Excel, em que, alterando os rácios (de acordo com as necessidades) faz uma distribuição das paletes pelos 1300 lugares disponíveis.

Em baixo encontra-se uma imagem do “programa” desenvolvido (ver tabela 26). As células amarelo(C1 e C2) estão os valores que se podem alterar. O utilizador insere na célula total a quantidade de móveis que pretende produzir por semana e ajusta na tabela central os rácios por móvel. Na coluna da direita ajusta-se os rácios por cor. Neste caso, pretende-se fabricar 30000 móveis por semana, em que a previsão de vendas por móvel é apresentado na tabela central (25% no caso do R14 e 15% no caso do R12).

Tabela 26 -Folha em Excel para dimensionamento do armazém

	Usid. BB	Usid. White					%BB	%White	
R7	1200	1800		100,00					
R8	0	3000	R14	25,00	25,00%	R14	20,00%	80,00%	100,00%
R10	0	4500	R12	15,00	15,00%	R12	50,00%	50,00%	100,00%
R11	1200	1800	R7	10,00	10,00%	R7	40,00%	60,00%	100,00%
R12	2250	2250	R15	6,00	6,00%	R15	50,00%	50,00%	100,00%
R13	1080	1620	R11	10,00	10,00%	R11	40,00%	60,00%	100,00%
R14	1500	6000	R19	9,00	9,00%	R19	40,00%	60,00%	100,00%
R15	900	900	R8	10,00	10,00%	R8	0,00%	100,00%	100,00%
Total	8130	21870	R10	15,00	15,00%	R10	0,00%	100,00%	100,00%
<b>Total</b>	<b>30000</b>								

Necessidades de Stock Armazem											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
Paletes Total	109	453	21	34	92	70	387	17	20	58	36
Paletes BB	44	81	5	15	10	10	75	3	10	0	0,00
Paletes White	65	371	16	19	82	60	311	13	10	58	36,16
<b>Total</b>	<b>1300,00</b>	<b>1300</b>	<b>C1</b>					<b>106</b>	<b>390</b>	<b>C2</b>	

A célula C1e C2 existem como medida de segurança, sendo que os seus valores não podem ser superiores a 1300 e a 390 respectivamente. O número 390 é a quantidade de placas de base de 2,1m que podem ser armazenadas no interior da Cloud.

A grande restrição deste programa é que, caso a produção semanal supere as 1300 placas de base, se torna inútil. Como não foi desenvolvido um sistema de prioridades é feita uma distribuição consoante a totalidade das placas de base necessárias, rebentando com a limitação das 1300.

Tabela 27 -Folha em Excel para dimensionamento do armazém

Necessidades de Stock Armazem											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
Paletes Total	126,81	471,01	33,55	51,95	108,23	86,58	404,76	28,15	33,78	67,57	45,05
Paletes BB	52,90	90,58	8,66	24,03	17,32	17,32	84,63	5,63	16,89	0,00	0,00
Paletes White	73,91	380,43	24,89	27,92	90,91	69,26	320,13	22,52	16,89	67,57	45,05
<b>Total</b>	<b>1457,44</b>	<b>1300</b>						<b>131,63</b>	<b>390</b>		

No exemplo anterior inseriu-se a quantidade semanal de 50000 unidades, que excede claramente as 1300 placas de base. Por isso é necessário o ajuste manual das quantidades armazenadas, para que se obtenham as 1300 placas de base *baseboards* no interior.

## 5 Implementação do Kanban

Tal como foi referido nos pontos anteriores pretende-se desenvolver um Kanban de produção tendo como base um armazém automático. Como se sabe à partida que o packing faz “encomendas internas” ao armazém automático, e que tem de ser o ponto de partida para o sistema de Kanban, de agora em diante o armazém será o “Supermercado 1”.

Como o Supermercado 1 é a base do todo o sistema Kanban, tem de ser dimensionado de acordo com as necessidades da empresa. É de salientar que o sistema tem de suportar as sazonalidades existentes ao longo do ano.

O sistema RFID apenas está disponível a partir da F&W, pelo que, a área BoS é uma zona cinzenta. Por esse motivo não se pode optar por um sistema de Kanban electrónico em toda a linha.

Para contornar essa limitação, imposta pelo RFID, optou-se por criar outro supermercado (Supermercado 2) no buffer da saída da BoS, implementando-se um Kanban visual.

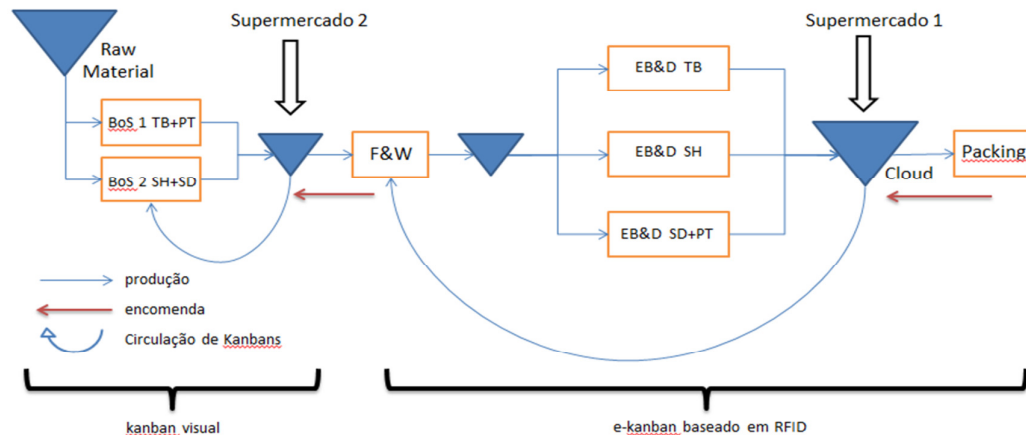


Figura 26 -Esquema de circulação de Kanban/informação

A figura 26 esquematiza o Kanban proposto. Cada sistema Kanban é composto por um Supermercado, sendo que, o packing encomenda ao Supermercado 1 e a F&W ao 2.

Entre a Cloud e a F&W é utilizado um sistema de Kanban electrónico e entre a BoS e a F&W, um sistema de Kanban visual. A circulação dos Kanbans está representada pelas setas curvas.

A Cloud envia os seus pedidos para a F&W de uma forma electrónica e a F&W de uma forma visual para a BoS. Utilizando um Português mais simplista e corrente, a Cloud pede material à F&W através do sistema informático, de uma forma totalmente automática e a F&W pede material ao armazém intermédio da BoS, que por sua vez pede material à própria BoS.

Por isso é necessário dimensionar o supermercado 1 e 2 e estruturar o sistema de Kanban.

É de lembrar que todo o trabalho se baseia nos seguintes pressupostos:

- A previsão de vendas é 100% fiável, em que há a venda semanal de 13000 móveis;
- Existem 2 sazonalidades em que a venda semanal é de 32500 móveis (valor máximo);
- A Cloud apenas é utilizada em 70% da sua capacidade;
- Todas as paletes no interior da Cloud estão completas e não há defeitos;
- No packing não existe perda/extravio de peças;

- As paletes incompletas no interior da Cloud são as primeiras a serem disponibilizadas no embalamento, e têm um lugar definido;
- Existem no máximo 2 paletes incompletas por referência no interior da Cloud;
- A Cloud nunca entra em ruptura de stock;
- Todas as semanas é repostado o Stock no interior da Cloud;
- Durante a produção não existe Blocking;
- Todos os operadores estão sensibilizados para trabalhar sobre o método Kanban.

### 5.1 Dimensionamento Supermercado 1

Para dimensionarmos o Supermercado 1 partiu-se do previsão de vendas e da árvore do produto (MRP) e determinou-se a quantidade necessária, por semana. Basicamente, fez-se o produto da provisão de vendas pelas quantidades requeridas por cada referência (tabela do MRP). Fazendo-se o somatório determina-se o número de partes total. (ver tabela 28)

**Tabela 28- Quantidades necessárias por semana**

	Quantidades necessário por semana (Procura semanal x Racio de cada um)											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	
R14		6961,42	6961,42				6961,42	3480,71				
R12		4548,29		4548,29			9096,58		2274,15			
R7	3240,33					3240,33	6480,67					
R15	3224,71		3224,71				1612,35					
R11	3175,29				3175,29		4762,94					
R13	2425,58			2425,58			2425,58					
R8		2224,54				2224,54	8898,17				1112,27	
R10		1683,88			1683,88		5051,63		841,94			
Sum	12065,9167	15418,125	10186,125	6973,875	4859,167	5464,875	45289,333	3480,708	2274,146	841,9375	1112,271	107966,5

Seguidamente calculou-se o rácio a que corresponde cada parte no total. Para isso, fez-se o quociente do número de partes por referência, pelo total das partes. Na tabela 29 estão apresentados os rácios individuais de cada parte e, por baixo, o somatório desse rácio (rácio global por parte).

**Tabela 29 -Rácio individual de cada parte**

	Racio individual de cada parte relativamente ao total										
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R14		0,064	0,064				0,064	0,032			
R12		0,042		0,042			0,084		0,021		
R7	0,030					0,030	0,060				
R15	0,030		0,030				0,015				
R11	0,029				0,029		0,044				
R13	0,022			0,022			0,022				
R8		0,021				0,021	0,082				0,010
R10		0,016			0,016		0,047			0,008	
	11,18%	14,28%	9,43%	6,46%	4,50%	5,06%	41,95%	3,22%	2,11%	0,78%	1,03%

Não existe qualquer relação do rácio com as quantidades por paletes, por esse motivo, é necessário ajustar os valores consoante as quantidades por paletes calculadas no capítulo anterior.

Utilizando as quantidades por paletes obtém-se o novo rácio consoante a cor e o MRP (O rácio por cor foi determinado no capítulo anterior). (ver tabela 30)

**Tabela 30 - Rácio do stock em armazém**

	Stock Armazem										
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
Paletes Total											
Paletes BB	4,85%	13,12%	1,54%	1,76%	2,21%	2,54%	10,69%	1,32%	1,32%	0,88%	1,21%
Paletes White	7,06%	16,98%	1,65%	2,65%	3,75%	4,08%	15,66%	1,32%	1,87%	1,54%	1,98%

Para determinar a distribuição de lotes no interior da Cloud considerou-se um objectivo de produção semanal de 32500 móveis. Este valor tem como base a procura média semanal (13000) multiplicada por um coeficiente de 2,5 que corresponde aos picos de vendas.

Teve-se em consideração que o espaço ocupado deve corresponder a 70% da capacidade da Cloud. Tal facto prende-se com a necessidade de possuir espaço livre para:

- lotes que tenham sido retirados para re-work e findo esse processo sejam inseridos novamente no sistema;
- lotes produzidos em excesso, como forma de combater possíveis problemas de qualidade;
- prevenir falta de espaço para armazenar a produção, causado pelas paletes incompletas existentes no interior da cloud;
- permitir armazenar a produção antecipada para proteger a produção das sazonalidades. É de salientar que a Cloud foi dimensionada para as sazonalidades.

Por isso, a capacidade da cloud considerada passa de 1300 placas de base para um total de 970. A distribuição dos lotes no interior da cloud é apresentada na tabela 31.

**Tabela 31 -Stock em armazém**

Stock Armazem											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
Paletes Total											
Paletes BB	44,00	119,00	14,00	16,00	20,00	23,00	97,00	12,00	12,00	8,00	11,00
Paletes White	64,00	154,00	15,00	24,00	34,00	37,00	142,00	12,00	17,00	14,00	18,00

Na distribuição teve-se o cuidado de manter em cada referência um pequeno *stock* de segurança. Na tabela abaixo estão indicadas as quantidades de reserva por cada referência, isto é, produzindo-se semanalmente 32500 móveis restam os seguintes lotes no interior da Cloud: (ver tabela 32)

**Tabela 32 -Quantidade de segurança no interior da cloud**

Stock Armazem											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
Paletes Total											
Paletes BB	-1,95	-4,87	-1,42	-1,85	-1,75	-1,42	-4,49	-2,64	-2,35	-2,05	-2,69
Paletes White	-2,65	-3,89	-1,50	-2,44	-2,49	-2,62	-2,66	-2,81	-2,41	-2,00	-2,60

A média de lotes de segurança no interior é de cerca de 2 lotes por cada referência, sendo que, em alguns casos, existam valores um pouco superior como é o caso do TB2. Esta discrepância em relação à média não se deve a nenhum motivo em particular, devendo-se apenas ao facto de se ter distribuído mais 2 lotes no TB2, que caso fossem distribuídos nos restantes, apresentavam uma discrepância ainda maior (quantidade de peças por lote varia bastante entre referências).

## 5.2 Dimensionamento Supermercado 1-Tempos Packing

O supermercado 1 permite embalar 32500 móveis por semana, considerando um cenário em que apenas se produz para repor o *stock*, ou então 65000 móveis, considerando que se produz para repor o stock e para satisfazer a procura.

Apenas a Cloud (cheia a 70%), considerando um tempo de ciclo de 0,0666(7) minutos (equivalente a 15 móveis por minuto), permite “alimentar” o embalamento (*packing*) durante cerca de 5 dias trabalhando a 1 turno ou cerca de 2 dias trabalhando a 3. (ver tabela 33)

**Tabela 33 -Dias para embalamento (packing)**

Dias para Packing		
Turnos	1	3
	4,51	1,50

À cadência máxima (produção para repor stock + satisfazer procura), partindo dos mesmos pressupostos anteriores, com o embalamento (*packing*) a trabalhar a 1 turno, têm-se quase 2 semanas de trabalho. No embalamento (*packing*) a 2 turnos conseguem-se quase 5 dias de trabalho e a 3 turnos, cerca de 3 dias.

Caso a procura semanal exceda os 65000 móveis (relembro que a média da procura é de 13000 móveis por semana, 5 vezes inferior), tem de se ponderar entre, não repor o *stock* inicial da Cloud ou então falhar parte da encomenda. É de salientar que, caso não se reponha o



stock da Cloud, durante uma semana consegue-se embalar 98000 móveis, mas essa opção requer quase 5 dias de paking a trabalhar a 3 turnos! (ver tabela 34)

**Tabela 34 -Dias para packing**

Dias para Packing			
Turnos	1	2	3
	13,61	6,81	4,54

É importante salientar que caso a Cloud entre em ruptura, todo o sistema Kanban é arruinado, ficando inviabilizado.

Nesses casos tem de existir uma estratégia para produzir antecipadamente as quantidades que excedem os 65000 móveis, armazenando-os temporariamente nos 390 lugares disponíveis no armazém.

### 5.3 Dimensionamento Supermercado 1- Níveis Kanban

Para o sistema de e-Kanban pretende-se criar um sistema de cores, que indica de uma forma simples e clara os níveis de stock. Definiram-se 3 cores indicadoras dos níveis de stock:

- Verde (indica que não é necessário reabastecer/produzir);
- Vermelho (indica que necessário reabastecer/produzir);
- Amarelo (indica que em breve será necessário reabastecer/produzir).

Pretende-se implementar um módulo informático (não desenvolvido neste trabalho), que esteja disponível em todos os postos, com uma interface que indica os níveis de stock de uma forma simples e intuitiva.

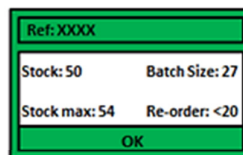
Em baixo está apresentada uma imagem exemplificativa de um possível “layout” do software que estará disponível em todos os postos de trabalho da linha de produção.



**Figura 27 -Interface em cada posto de trabalho [22]**

É uma interface bastante simples em que facilmente se detecta quais as referências em falta. À esquerda está indicado se é um TopBottom (TP), Side (SD), Partition (PT) ou Shelves (SH) e no topo o número. Com a conjugação dos dados obtém-se a referência TB1; TB2; SD1; SD2, etc.

Cada referência tem associado um ponteiro que indica o estado, e por baixo, tem um etiqueta (electrónica) com os detalhes de cada referência, que muda de cor consoante o estado. Em baixo está um exemplo dessa etiqueta.



**Figura 28 -Detalhe da Etiqueta**

A etiqueta indica a referência a que corresponde (Ref: XXXX) o nível de stock actual (Stock:50), o tamanho do lote (*Batch Size*:27), o nível de stock máximo (*Stock max*:54) e o ponto em que é lançado um Kanban (*Re-order*:<20). A cor verde está associada ao estado (OK).

Em baixo está apresentada a sequência dos estados das etiquetas. (ver figura 29)

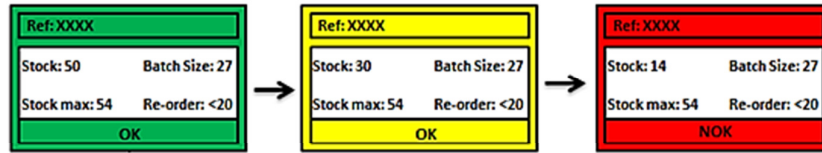


Figura 29 -Sequência dos estados das etiquetas

Partindo do princípio que a Cloud está cheia, todas as referências se encontram a verde. À medida que vão sendo consumidas, o seu estado passa de verde para amarelo. Neste caso, considerou-se que o estado passa para amarelo quando o *stock* atingir os 30 lotes. Continuando o seu consumo, atinge-se o nível em que é necessário repor o *stock* e a etiqueta passa da cor amarela para a cor vermelha, e o estado passa de *Ok* para *Nok* (não ok). Neste caso, considerou-se que o ponto de *re-order* é de 19 lotes.

Ao atingir a cor vermelha é lançado um Kanban (ordem de produção) para repor o stock em falta. Quando a ordem de produção é lançada no sistema, a etiqueta mantém-se vermelha, mas o estado passa de “*NOK*” para “*In Cue*”, alterando-se a cor da barra do estado (de vermelho para cor de laranja). Quando a ordem de produção começar a ser produzida, a barra de estado passa de “*In Cue*” para “*Build in Progress*”, passado de cor de laranja para verde. Terminada a produção, as peças dão entrada na Cloud e a etiqueta volta a verde, iniciando-se um novo ciclo.

Na figura 30 está esquematizado o ciclo da sequência de estados das etiquetas (tal como referido anteriormente o esquema inicia-se na etiqueta verde).

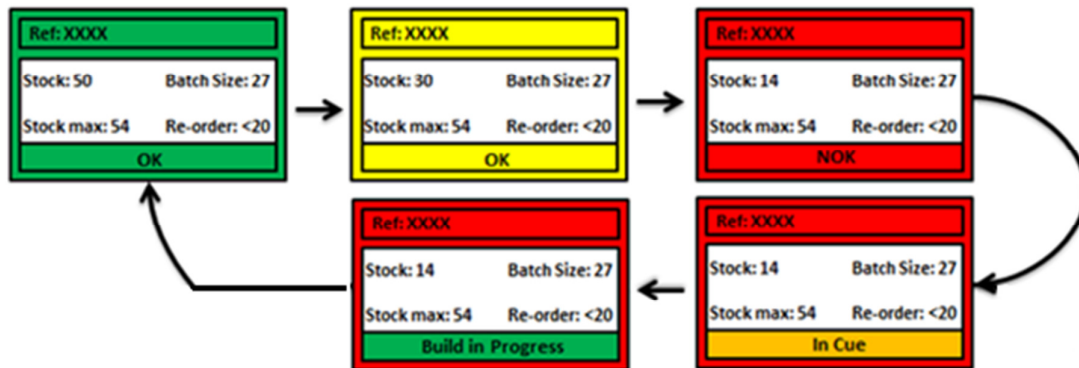


Figura 30-Sequência geral do estado das etiquetas

Para definir os vários níveis, determinou-se o tempo que as paletes da cloud demoram a ser consumidas no packing. Em baixo está a tabela com os tempos por cada referência. Com a distribuição actual, as referências (em stock) que saem mais aguentam entre 6 a 8 horas no packing. As que saem menos variam entre 3 a 4 horas.

A PT4 e PT5 apenas são utilizadas nos 2 móveis que saem menos (a soma corresponde a cerca de 11% do total), por esse motivo, a sua produção será feita por encomenda, não sendo por isso, geridos pelo método Kanban. Ainda assim, determinaram-se os tempos que aguentam no embalamento (*packing*).

**Tabela 35-Tempo que aguenta o stock da cloud no packing**

Stock Armazem (T aguenta em horas)											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
	14,00	16,00	16,00	10,00	7,00	8,00	14,00	16,00	7,00	4,50	3,50
Paletes BB	6,00	8,00	8,00	4,00	3,00	3,00	6,00	8,00	3,00	1,50	1,50
Paletes White	8,00	8,00	8,00	6,00	4,00	5,00	8,00	8,00	4,00	3,00	2,00

De agora em diante a PT4 e PT5 estão excluídas do sistema Kanban, ficando apenas as restantes referências.

Na tabela 36 estão as quantidades (em paletes/lotos) a que as etiquetas das referências de cor branca (*White*) e castanho escuro (*Black-Brown*) passam da cor verde para a cor amarela. Acima destes valores as etiquetas encontram-se a verde. Na generalidade, a cor amarela corresponde a stock que consegue alimentar o packing entre 3 e 6 horas.

**Tabela 36 -Quantidade no armazém a que é emitido o estado amarelo**

Yellow Board Kanban White										
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	
Ref.	26,00	52,00	7,00	15,00	31,00	31,00	62,00	7,00	13,00	
Yellow Board Kanban BB										
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	
Ref.	26,00	52,00	7,00	12,00	20,00	23,00	46,00	7,00	12,00	

Na tabela 37 estão as quantidades (em paletes/lotos) a que as etiquetas das referências de cor branca (*white*) e Black-Brown passam da amarela para a cor vermelha. Na generalidade, a cor vermelha corresponde a stock que consegue alimentar o packing entre 2,5 e 3 horas. Desta forma, todas as ordens de produção são enviadas no máximo com cerca de 3 horas de antecedência, o que permite absorver algumas falhas de produção (avaria, efeitos de *blocking*, etc.).

**Tabela 37 -Quantidade no armazém a que é emitido o estado vermelho**

Red Board Kanban White										
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	
Ref.	19,00	39,00	5,00	11,00	23,00	23,00	35,00	5,00	12,00	
Red Board Kanban BB										
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	
Ref.	19,00	39,00	5,00	9,00	18,00	21,00	32,00	5,00	10,00	

### 5.4 Cálculos do Kanban

Actualmente ainda não está definido o tamanho de lote mínimo de produção, por isso, a cada lote vai corresponder um Kanban (ordem de produção). Como foi referido anteriormente, só se faz a reposição quando se atingir o *stock* correspondente à etiqueta vermelha (e em alguns casos amarela).

Então, considera-se que o tamanho de lote mínimo corresponde à diferença entre o *stock* máximo e a quantidade de *re-order*.

**Tabela 38 -Tamanho de lote**

Quant. Cloud	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3
BB	44,00	119,00	14,00	16,00	20,00	23,00	97,00	12,00	12,00
White	64,00	154,00	15,00	24,00	34,00	37,00	142,00	12,00	17,00
Red Board	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3
BB	19,00	39,00	5,00	9,00	18,00	21,00	32,00	5,00	10,00
White	19,00	39,00	5,00	11,00	23,00	23,00	35,00	7,00	12,00
Tam. Lote CS=15% BB	29,00	92,00	11,00	9,00	3,00	3,00	75,00	9,00	3,00
Tam. Lote CS=15% White	52,00	133,00	12,00	15,00	13,00	17,00	124,00	6,00	6,00
Tam. Lote CS=15% BB			31,00				25,00		
Tam. Lote CS=15% White	26,00	34,00					31,00		

Na tabela 38, está indicado o tamanho de lote, que é a diferença entre a quantidade na cloud e o ponto de *re-order* (*red board*). Como cada lote representa um Kanban, a linha de tamanho do lote representa também o número de Kanbans que vão ser utilizados para encher a Cloud.

Como ainda não existem dados para calcular um coeficiente de segurança preciso, considerou-se um coeficiente de segurança de 15%.

O tamanho do lote de produção do TB 1 e 2 branco (*white*) e das SH branco (*white*) é bastante grande (quantidade superior a 50 e 100 lotes respectivamente), pelo que se aconselha dividir os lotes em partes. No caso do TB1, dividir em 2 produções de 26 lotes cada, no TB2 dividir em 4 produções de 34 lotes cada e nas SH1 dividir em 4 produções de 31 lotes.

No caso do SD 4 e PT 2 e 3 o tamanho de lote é muito pequeno (entre 3 e 6 lotes), o que não é permitido pela produção. Por esse motivo define-se o tamanho de lote mínimo de 10. Então, fez-se um incremento da capacidade da cloud (invés de estar ocupada 70% passa a 74%) em 51 lotes (paletes). Desta forma, o tamanho de lote e as quantidades da Cloud passam a ser as seguintes: (ver tabela 39)

**Tabela 39 -Tamanho do lote**

Quant. Cloud	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3
BB	44,00	119,00	13,00	17,00	27,00	29,00	97,00	13,00	18,00
White	64,00	154,00	15,00	24,00	34,00	37,00	142,00	15,00	20,00
<b>Red Board</b>	<b>TB 1</b>	<b>TB 2</b>	<b>SD 2</b>	<b>SD 3</b>	<b>SD 4</b>	<b>SD 5</b>	<b>SH 1</b>	<b>PT 2</b>	<b>PT 3</b>
BB	19,00	39,00	5,00	9,00	18,00	21,00	32,00	5,00	10,00
White	19,00	39,00	5,00	11,00	23,00	23,00	35,00	7,00	12,00
Tam. Lote CS=15% BB	29,00	92,00	10,00	10,00	11,00	10,00	75,00	10,00	10,00
Tam. Lote CS=15% White	52,00	133,00	12,00	15,00	13,00	17,00	124,00	10,00	10,00
Tam. Lote CS=15% BB		31,00					25,00		
Tam. Lote CS=15% White	26,00	34,00					31,00		

Com esta alteração, o tempo durante o qual, as quantidades no interior na Cloud conseguem “alimentar” o embalagem (*packing*) é incrementado. Na tabela 40 estão os novos tempos.

**Tabela 40 -Stock em armazém**

Stock Armazem (T aguenta em horas)									
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3
<b>Paletes Total</b>	14,00	16,00	16,00	14,00	7,00	14,00	14,00	16,00	14,00
Paletes BB	6,00	8,00	8,00	6,00	3,00	6,00	6,00	8,00	6,00
Paletes White	8,00	8,00	8,00	8,00	4,00	8,00	8,00	8,00	8,00

Alterando-se os valores das quantidades em armazém, alteram-se as quantidades definidas para haver alteração do estado das etiquetas (de verde para amarelo, etc). Na tabela 41 estão apresentados os novos valores a que se altera o estado das etiquetas das referências. É de salientar, que apenas a referência SD 3, 4 e 5, e PT 2 e 3 sofreram alterações, por isso na tabela apenas estão indicadas as alterações, mantendo-se os restantes valores.

**Tabela 41 - Novos níveis de mudança de estado**

Yellow Kanban BB									
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3
Ref.				20,00	23,00	25,00		9,00	14,00
Yellow Kanban White									
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3
Ref.				14,00	28,00	31,00		10,00	16,00
Red Board Kanban BB									
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3
Ref.				9,00	18,00	21,00		5,00	10,00
Red Board Kanban White									
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3
Ref.				11,00	23,00	23,00		7,00	12,00

### 5.5 Dimensionamento Supermercado 2

O supermercado 2 é o armazém à saída da BoS, ao qual a F&W vai fazer encomendas internas.

Como não existe um sistema de RFID na área da BoS, vai-se criar um sistema Kanban visual, utilizadas marcações no solo. Basicamente vão-se dedicar conveyors (no *buffer* da BoS) para cada referência e no solo vão se fazer marcações com fita-cola a delimitar o espaço.

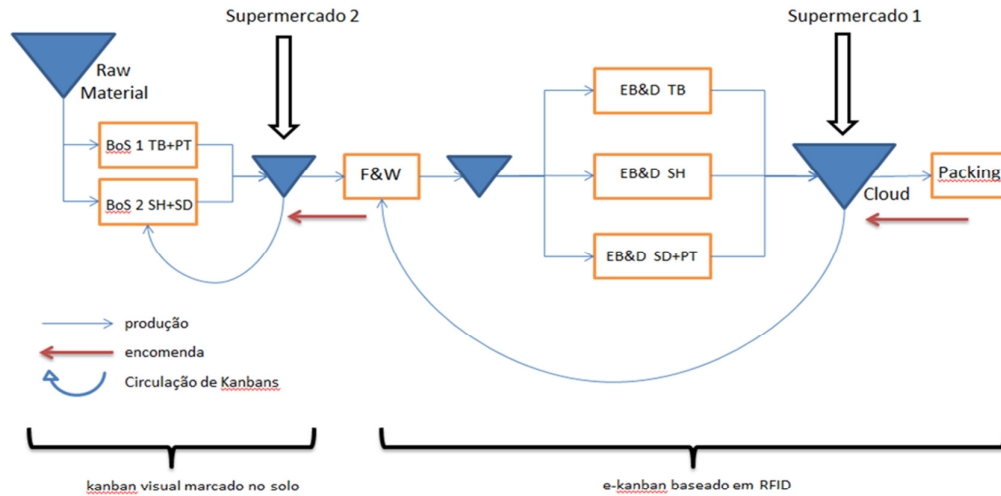


Figura 31 - Sistema de Kanban Final

São implementados 2 tipos de Kanban, um Kanban Electrónico baseado num sistema RFID, e um Kanban visual, baseado em marcações no solo. Cada tapete de rolos será bem identificadas para que sejam facilmente identificadas as referências que estão no seu interior. Para facilitar a marcação definiram-se 4 cores principais (uma cor por cada referência principal) que vão ser usadas como fundo das placas. Em baixo está um exemplo das cores utilizadas nas placas de identificação. O azul para o Top e Bottom, o laranja para os Sides, o amarelo para as Shelves e e o verde para as Partitions.

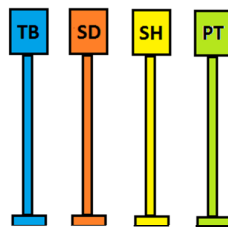


Figura 32 -Exemplo dos pórticos

Para facilitar a identificação, vai-se optar por colocar placas rectangulares de grandes dimensões fixas ao tecto da fábrica. Nos restantes, optam-se por placas fixas e pórticos de suporte. Os pórticos já existem na fábrica e servem para identificar as referências a que cada tapete de rolos está destinado à saída da unidade Schelling. A grande alteração aos pórticos passa por pintar o pórtico de acordo a cor da referência principal.

Como grande parte dos tapetes de rolos (conveyors) ainda não estão montados, não se pode definir à partida onde serão utilizadas as placas rectangulares fixas ao tecto ou ao solo. Na figura 33 está representada uma imagem do pórtico e das placas fixas ao tecto.

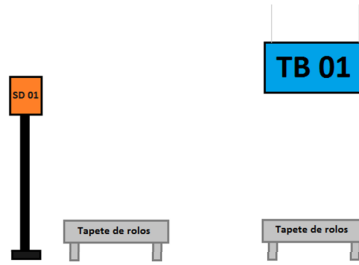


Figura 33 -Exemplo dos pódicos no solo e no tecto

As marcações com fita-cola servem para delimitar a área de cada referência, sendo que a cor utilizada deverá corresponder à cor da referência principal. Para facilitar a identificação, é aconselhado fazer uma marcação no solo da referência que está a ser delimitada pela fita-cola. No caso da marcação da referência do solo, deve-se optar por aplicar uns autocolantes em vinil (colados directamente no solo), ou então pintar.

Na figura 34 está uma vista de topo, com os conveyors delimitados pela fita-cola e com a marcação da referência no solo.

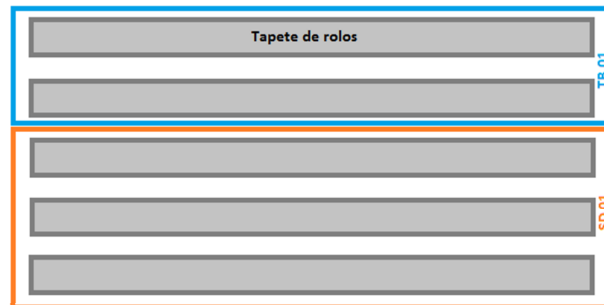


Figura 34 -Conveyors delimitados por fita-cola (vista de topo)

## 5.6 Dimensionamento Supermercado 2 - Cálculos

Tal como foi definido no início do trabalho, a referência PT4 e PT5 não vão ser incluídas no sistema Kanban, porque apenas são utilizadas nas 2 referências que saem menos, que são o R8 e o R10. Na tabela 42 estão indicadas todas as referências que vão fazer parte do Kanban criado no armazém intermédio da BoS. As referências PT4 e PT5 serão feitas por encomenda.

Tabela 42 -Referências incorporadas no kanban da BoS

Quantidades	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R14		2	2				2	1			
R12		2		2			4		1		
R7	2					2	4				
R15	2		2				1				
R11	2				2		3				
R13	2			2			2				
R8		2				2	8				1
R10		2			2		6			1	

Para determinar o espaço disponível nas linhas do armazém intermédio da BoS, fez-se a medição do comprimento de cada linha e determinou-se as quantidades reais por linha. Para isso, determinou-se o quociente do comprimento da linha pelo comprimento da placa SD2 que tem 3733mm de comprimento (segunda maior placa).

Foram consideradas todas as linhas existentes no armazém intermédio, à excepção de 2 linhas utilizadas para transporte de placas e 1 linha que vai ficar sempre livre para colocar a

produção por encomenda de PT4 e PT5. Relembro que as placas à saída da BoS têm de permanecer 2 horas em cura, por esse motivo, é preciso ter o espaço disponível para armazenar as placas de PT4 e 5. A gestão dessa linha tem de ser feita de forma manual, por parte do planeamento.

**Tabela 43 -Total de lotes por linha**

Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
9	7,313420841	27,301	65,82078757	7	63
2	6,496115725	24,25	12,99223145	6	12
Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
5	4,687918564	17,5	23,43959282	4	20
Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
8	3,000267881	11,2	24,00214305	3	24
Linhas	Quant. Linha	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
9	10,38039111	38,75	93,42351996	10	90
Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	7,018215912	26,199	7,018215912	7	7
Linhas	Quant. Linha (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	10,11492098	37,759	10,11492098	10	10
Linhas	Quant. Linha (3,493)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	18,2828824	68,25	18,2828824	18	18
Paletes Total					212

Fim do estudo, determinou-se que a quantidade total de paletes que se pode pôr no armazém intermédio (*buffer*) é de 212. Na tabela abaixo, estão indicadas o número de linhas ocupados por cada referência, a quantidade de paletes e o tempo que aguenta no F&W.

**Tabela 44 -Tempo que os lotes aguentam na F&W**

Racios	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
Linhas	3,00	6,00	1,00	0,50	0,00	0,50	4,00	0,50	0,50	0,00	0,00
Quantidades Buffer	34,00	36,00	21,00	26,00	22,00	15,00	23,00	15,00	20,00	0,00	0,00
T aguenta F&W (min)	134,06	127,38	138,60	154,00	130,31	133,27	131,19	107,42	79,29	0,00	0,00

Convertendo-se os valores de tempo de minutos para horas, verifica-se que, nas referências mais importantes, se obtém um tempo de *buffer* superior a 2 horas (na coluna da direita os valores estão em horas) na F&W, que é o tempo necessário para repor o stock do buffer. É de salientar que, as ordens de produção da F&W são enviadas quando se atinge um buffer de 3 horas na cloud. Desta forma, o sistema consegue absorver potenciais falhas na produção ( 3 horas de *buffer* na cloud + 2 horas de buffer na F&W = 5 horas de “*buffer*” total). (ver tabela 45)

T aguenta buffer		
TB 1	134,06	2,23
TB 2	127,38	2,12
SD 2	138,60	2,31
PT 2	107,42	1,78
SD 3	154,00	2,57
PT 3	79,29	1,32
SD 5	133,27	2,22
SH 1	131,19	2,19
SD 4	130,31	2,17
Total	1135,51	18,93

**Tabela 45 -Tempo, em horas, da duração do buffer**

No caso da PT2 e PT3 o tempo de *buffer* é inferior a 2 horas, mas como o tempo de ciclo na EB&D é muito superior ao da F&W, vai existir bloqueio que permite absorver esta pequena discrepância.

Na tabela 46, estão indicadas as referências distribuídas por cada linha (número de linhas, localização dessas linhas e referência). Exemplo: das 9 linhas com 27,301m de comprimento, 1 das linhas vai ser ocupada com PT2 (1\*PT2), 3 linhas com SD3 (3\*SD3), 3 linhas com SD4 (3\*SD4) e 2 linhas com SD5 (2\*SD5).

**Tabela 46 -Distribuição das referências pelas linhas**

				Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1*PT2	3*SD3	3*SD4	2*SD5	9	7,313420841	27,301	65,82078757	7	63
2*SH1				2	6,496115725	24,25	12,99223145	6	12
				Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1*pt2	2*pt2+pt3	1*pt2+sd2		5	4,687918564	17,5	23,4359282	4	20
				Linhas	Quant. Linha	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
3*PT3	3*TB1	3*TB2		9	10,38039111	38,75	93,42351996	10	90
				Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1*TB2+TB1				1	7,018215912	26,199	7,018215912	7	7
				Linhas	Quant. Linha (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1*SH1				1	10,11492098	37,759	10,11492098	10	10
				Linhas	Quant. Linha (3,493)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1*SD2				1	18,2828824	68,25	18,2828824	18	18

Na figura 47 está uma imagem com a localização dos lotes no *layout* da empresa. Os corredores (conveyors) a vermelho são as linhas livres para circulação de material, em que o menor corredor vai ser utilizado para armazenar os lotes de PT4 e PT5, produzidos por encomenda.

**Tabela 47 -Layout do buffer da BoS com sistema Kanban**



Para facilitar a gestão/controlo das quantidades no buffer, é aconselhado, em cada lote inserir uma folha de papel A4, para servir de Kanban. Ou seja, o operador ao remover a palete em stock, coloca o papel A4 que acompanha cada palete num quadro Kanban. Como cada palete já é acompanhada por uma folha A4 com a identificação, apenas é necessário criar o quadro Kanban, tal como é apresentado na figura 35.



**Figura 35 -Quadro Kanban [23]**

### 5.7 Planeamento da Produção

Para auxiliar o planeamento da produção foi criada uma folha em Excel. Quando se introduzem as quantidades que se pretendem produzir, esta folha apresenta:

- O número de Kanbans necessários no sistema;
- Os turnos necessários em cada equipamento e no embalamento;



- Lotes necessários para repor a produção;
- Lotes necessários para satisfazer a procura;
- Limites da produção semanal;
- Limites da Cloud.

Tem incorporado uma tabela de estados, que indica se, com as quantidades no interior da cloud, é possível satisfazer a encomenda. No Anexo F, está uma imagem da folha em Excel. Todos os dados utilizados nesta folha são parâmetros, por isso facilmente se faz a actualização de valores, não sendo necessário alterar todas as células.

O responsável do planeamento insere na célula “Target” C1 a quantidade total (ver figura 36) que pretende produzir nessa semana, ou então, introduz os valores directamente na tabela para cada referência. A diferença é que ao inserir no Target, as quantidades totais são decompostas em quantidades por referência de acordo a previsão de vendas.

	Unid. BB	Unid. White
R7	1570	2242
R8	922	1708
R10	660	1331
R11	1448	2307
R12	2141	3238
R13	1127	1741
R14	4152	4080
R15	1657	2156
<b>Total</b>	13677	18823
<b>Target</b>	32500	C1

Figura 36 -Folha Excel de apoio ao planeamento/produção

Neste caso pretende-se fabricar 32500 peças por semana (máximo que a Cloud permite). Ao lado está o quadro de estado que informa que apenas a cloud consegue suportar essa encomenda, porque todas as referências apresentam a mensagem “OK”. Caso alguma referência apresente a mensagem “NOK”, significa que é preciso produzir para satisfazer a procura.

Para 32500 peças não é necessário produzir para satisfazer a procura, por isso todas as referências da tabela “Produção para satisfazer procura” apresentam valor zero. Na tabela “Produção repor stock” estão indicadas as quantidades que são necessárias produzir para repor o stock da cloud.

Em baixo na figura 37 tem uma tabela que à esquerda tem os turnos disponíveis, e a direita os turnos requeridos para a produção das quantidades inseridas na tabela Target. No caso de o número de turnos ultrapassar os disponíveis, a célula fica a vermelho.

	Turnos Disponíveis	Turnos Utilizados	
<b>BoS 1</b>	15	7,00	
<b>BoS 2</b>	15	2,00	
	Turnos Disponíveis	Turnos Utilizados	
<b>F&amp;W TB</b>	até 15	2,00	
<b>F&amp;W SD+PT</b>	até 15	2,00	
<b>F&amp;W SH</b>	até 15	2,00	
	Turnos Disponíveis	Turnos Utilizados	
<b>EB&amp;D TB</b>	15	3	
<b>EB&amp;D SD+PT</b>	15	6	
<b>EB&amp;D SH</b>	15	6	
<b>Dias para Packing</b>			
<b>Turnos</b>	1	2	3
	4,51	2,26	1,50

Figura 37 -Folha Excel de apoio ao planeamento/produção

Como os turnos utilizados estão discriminados por máquina, é possível tomar decisões estratégicas, sobre os turnos necessários por dia. Como se verifica pela tabela anterior, no caso da BoS 1, são necessários 7 turnos e, na BoS 2, apenas 2 turnos. Se em vez da BoS 2 trabalhar 2 dias (1 turno por dia), passar a trabalhar 4 dias (1 turno por dia) e a BoS 1

trabalhar 5 dias a 1 turno por dia, evita-se que a BoS 1 trabalhe 3 dias a 1 turno, e 2 dias a 2 turnos, reduzindo os custos com o pessoal. O mesmo pode ser feito para o embalamento.

No fundo da página de Excel está uma tabela com a quantidade de Kanbans que vão ser introduzidos no sistema/produção.

**Optimização da Produção – Método do caminho mínimo**

Para tornar o sistema Kanban mais eficiente, estudou-se a melhor sequência de produção, com o objectivo de reduzir o tempo/custo dos Setups. Relembro que a ordem de chegada dos Kanban's tem de ser respeitada, pelo que este algoritmo apenas é aplicado quando as etiquetas estiverem a amarelo (sem prioridades), e no caso da produção das referências por encomenda.

Cada BoS apenas produz 2 referências diferentes, por isso, utilizando o Algoritmo de Dijkstra associado ao Método do caminho mínimo. [24]

**Tabela 48 - Custos/Tempo Setups**

	18 SH	18 SD
18 SH	0	5
18 SD	5	5

Custo	
Mudar espes.	10
Aumentar espes.	+0
Reduzir espes.	+2
Manter espes	5

No caso da BoS 2, para 18mm, não há qualquer variação do tempo/custo de *Setup* na alteração de SD para SH e vice-versa (ver tabela 48). Por isso, neste caso, deve-se produzir tudo da mesma referência e só depois passar para a seguinte. É de salientar que, apenas existe um tipo de SH, mas existem vários de SD, por isso, está associado um custo de alteração de SD para SD (representa alterar de SD2 para SD3, etc.). O Caminho mínimo neste caso é (começando com SH): (ver tabela 49)

**SH-SD (SD 2, SD3, SD4, SD5)**

**Tabela 49 -Custos/Tempo Setups**

	30 TB	37 PT
30 TB	5	10
37 PT	12	5

Custo	
Mudar espe.	10
Aumento espes.	0
Reduzir espes.	2
Manter espes	5

Na BoS 2 devem-se produzir todas as referências com a mesma espessura e só depois passar para a espessura superior. O caminho mínimo neste caso é (começando com TB 1):

**TB1-TB2-PT (PT2, PT3, PT4, PT5)**

Na F&W, o método seguido foi igual ao anterior, mas aqui são processadas todas as referências, por isso o tempo total/Custo de Setup é superior às restantes. É de salientar que neste caso existe a adição de cores.

Para simplificar os cálculos, considerou-se que a alteração de referência dentro da mesma espessura tem custo 0. (ver tabela 50)

**Tabela 50 -Custos/Tempo Setups**

	18 W	18 BB	30 W	30 BB	37 W	37 BB
18 W	0	5	10	15	10	15
18 BB	5	0	15	10	15	10
30 W	12	17	0	5	10	15
30 BB	17	12	5	0	15	10
37 W	12	17	12	17	0	5
37 BB	17	12	12	17	5	0

Custo	
Mudar cor	5
Mudar esp.	10
Mudar cor e esp.	15
Aument espes.	0
Reduzir espes.	2

Aplicando o Algoritmo de Dijkstra obtêm-se o caminho mínimo: (ver tabela 51)

**Tabela 51 - Teorema do caminho mínimo**

Iter.	18 W	18 BB	30 W	30 BB	37 W	37 BB
0	0*	∞	∞	∞	∞	∞
1	0*	5*	20	15*	20	15
2	0*	5*	20	15*	30	25
3	0*	5*	20*	15*	30	25
4	0*	5*	20*	15*	30*	25
5	0*	5*	20*	15*	30*	35*
<b>Custo Total</b>	<b>52</b>					

Iter.	18 W	18 BB	30 W	30 BB	37 W	37 BB
0	0*	∞	∞	∞	∞	∞
1	0*	5*	20	15	20	15
2	0*	5*	32	27	20	15*
3	0*	5*	32	27	20*	15*
4	0*	5*	27*	32	20*	15*
5	0*	5*	27*	37*	20*	15*
<b>Custo Total</b>	<b>54</b>					

NA F&W, o caminho mínimo é (considerando que se começa com peças de 18mm White):

**18W-18BB-30BB-30W-37W-37BB**

Neste caso, devem processar-se todas as referências com 18 White, seguindo-se todas em BB, seguidamente as de 30mm BB, seguindo-se as White, e por fim as 37 White e posteriormente as BB.

**Tabela 52 - Caminho min. consoante a ref. inicial**

18	Cam. Min.	18W	18BB	30BB	30W	37W	37BB
	Cam. Min.	18BB	18W	30W	30BB	37BB	37W
30	Cam. Min.	30W	30BB	37BB	37W	18W	18BB
	Cam. Min.	30BB	30W	37W	37BB	18BB	18W
37	Cam. Min.	37W	37BB	18BB	18W	30W	30BB
	Cam. Min.	37BB	37W	18W	18BB	30BB	30W

Na tabela 52 estão os caminhos mínimos na F&W, consoante a referência com que se inicia o processo.

Importa que dentro da mesma espessura, só se pode mudar de referência quando se processarem todas as peças da referência anterior. Por exemplo, no caso dos 18mm temos as SH e os SD e, só alteramos de SH para SD, quando terminar o processamento das SH.

Na EB&D não se fez o estudo, porque existe apenas uma máquina que produz referências com espessuras diferente (2 diferentes). Além disso, a EB&D é obrigada a processar tudo o que a F&W processa, não havendo espaço de manobra para jogar com os *Setups* da EB&D.

## 6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O grande desafio é conseguir criar um Kanban que permita uma resposta rápida aos pedidos da Cloud. Como o tempo de resposta da BoS (a primeira máquina do BoS) é superior a 2 horas por causa do tempo de cura da cola, quando um Kanban fosse lançado, o material só dava entrada na Cloud findo esse tempo. Associado ao “*gap*” anterior, existia ainda a dificuldade de implementar um sistema Kanban totalmente electrónico, sabendo que a área BoS não estava coberta por RFID.

Para solucionar o problema proposto, propôs-se implementar um Kanban híbrido. No *buffer* da BoS (Supermercado 2) criou-se um Kanban puramente visual, e na Cloud (Supermercado 1) um Kanban electrónico baseado no sistema RFID existente.

No Supermercado 2 distribuíram-se todas as referências, à excepção da PT4 e PT5, pelos conveyors existentes, para que cada referência tivesse um *buffer* igual ou superior a 2 horas na F&W. Para diferenciar os tapetes de rolos, atribuíram-se cores às referências, e, consoante o material armazenado, delimitaram-se os conveyors com fita-cola da mesma cor. No topo e no chão, existe uma marcação com a referência presente em cada tapete de rolos. As referências PT4 e PT5 foram excluídas, porque pertencem aos 2 grupos de móveis que saem menos (correspondem a cerca de 11% da produção) e, caso fossem incluídas, não se conseguiam obter 2 horas de *buffer* nas restantes referências. Por isso, a PT4 e PT5 estão fora da gestão por Kanban, sendo a sua gestão feita pelo departamento de planeamento. Para que possam curar durante as duas 2 horas, existem 2 conveyors desimpedidos para armazenarem as 2 referências.

No Supermercado 1 optou-se por um Kanban puramente electrónico, em que no interior da Cloud cada lugar está destinado a uma referência, e quando essa referência atinge uma certa quantidade em *stock*, é lançada uma ordem de produção. Neste caso, o sistema Kanban é composto por 3 estados/cores: verde, amarelo e vermelho. O Kanban verde indica que não é preciso produzir, o amarelo indica que se pode produzir caso não haja prioridades, e o vermelho indica que tem obrigatoriamente de se produzir. O estado amarelo é lançado quando existe um *stock* que varia entre 6 a 8 horas e o vermelho, quando restam apenas 3 horas de *stock*. Assim, caso exista um problema na BoS, ainda existem 5 horas de *stock* na linha (3 horas na Cloud e 2 horas a serem processadas na F&W+EB&D).

Com este sistema, o Packing faz encomendas ao Supermercado 1, que por sua vez emite ordens de produção através da rede informática para a F&W. A F&W encomenda ao Supermercado 2, que à medida que vão saindo lotes do armazém intermédio, vai produzindo. Como o material do Supermercado 2 já está curado, a F&W ao receber a ordem de produção começa logo a produzir, deixando de existir um “*gap*” superior a 2 horas.

Findo o projecto, caso todos os pressupostos sejam cumpridos, pode afirmar-se com alguma certeza, que o sistema Kanban implementado é eficiente, sendo uma boa alternativa ao método tradicional de gestão da produção.

Para que se cumpram todos os pressupostos, é necessário melhorar a qualidade dos produtos e, mais importante ainda, sensibilizar todos os colaboradores para o método Kanban.

Como o investimento é bastante baixo, quase insignificativo, não há nenhum motivo que possa comprometer a implementação do sistema Kanban. O maior investimento é na

formação/sensibilização dos operadores, que caso não seja feita de uma forma eficiente e objectiva, fará com que o Kanban seja um fiasco.

Para melhorar o sistema Kanban, era interessante implementar RFID em toda a área BoS, ficando todo o processo automatizado. Assim, elimina-se todas as zonas cinzentas, e consegue-se gerir em tempo real toda a produção. Além disso, o sistema informático passa a ter todos os dados relativos à produção, desde a BoS até à Cloud.

Outra melhoria seria aumentar o armazém intermédio da BoS, aumentando o comprimento de alguns conveyors. Assim, a autonomia do armazém intermédio aumentava em cerca de 40 minutos (em cada referência), aumentando a capacidade total do *buffer* da BoS.

Outra vantagem, é que, caso se produzam novas referências, pode-se manter o sistema Kanban actual e implementar nas novas peças. No Anexo D segue o estudo dessa melhoria.

Neste projecto não foi efectuada a programação do sistema informático, por isso seria interessante acompanhar essa programação, bem como acompanhar a implementação do próprio sistema Kanban.

## 7 Referências

- [1] Introdução dos Recursos Humanos 2010, Swedwood Portugal, Paços de Ferreira, 2010;
- [2] “História da Toyota, Introdução JIT”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.toyota.pt/about\\_03/toyotas\\_history/index.aspx](http://www.toyota.pt/about_03/toyotas_history/index.aspx)
- [3]KITANO, Mikio. 1997. “Toyota production system: One-by-one”, confirmation Keynote address, University of Kentucky Lean Manufacturing Conference, May 15 1997
- [4]MONDEN, Yasuhiro (1998), Toyota Production System, An Integrated Approach to Just-In-Time, Third edition, Norcross, GA: Engineering & Management Press, ISBN 0-412-83930-X
- [5]OHNO, Taiichi (1995), Toyota Production System: Beyond Large-scale Production, Productivity Press Inc., ISBN 0-915299-14-3
- [6]RIBEIRO, Paulo Décio. Kanban: resultados de uma implantação bem sucedida. Rio de Janeiro: COP Editora, 1989
- [7]TAKEDA, Hitoshi;The Synchronized Production System: Going Beyond Just-In-Time Through Kaizen, Kogan Page, 2006. ISBN: ISBN-10: 0749447656, ISBN-13: 978-0749447656
- [8]BEZERRA, D. K. (2008). Aplicação de um método de nivelamento de produção e demanda em empresas de tipologia de produção ETO com baixo volume e alta diversidade de produtos, Escola de Engenharia de São Carlos – USP.
- [9]“Aplicabilidade RFID num sistema Kanban”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.hominiss.com.br/admin/docs/arquivos/TCC\\_Aplicabilidade\\_RFID\\_Kanban\\_Gustavo\\_Rasteiro.pdf](http://www.hominiss.com.br/admin/docs/arquivos/TCC_Aplicabilidade_RFID_Kanban_Gustavo_Rasteiro.pdf)
- [10]“Vantagens e desvantagens do e-Kanban”, último acesso: 19 de Maio de 2011, <http://www.accountingformanagement.com/Kanbans.htm>
- [11]Finkenzeller, K (2003). RFID Handbook - Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards & Identification. John Wiley and Sons Ltd.
- [12]“Componentes do Sistema RFID”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.12manage.com/images/picture\\_rfid\\_technology.jpg](http://www.12manage.com/images/picture_rfid_technology.jpg) [ADAPTADA]
- [13]“Electronic Pull System”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.hominiss.com.br/admin/docs/arquivos/TCC\\_Aplicabilidade\\_RFID\\_Kanban\\_Gustavo\\_Rasteiro.pdf](http://www.hominiss.com.br/admin/docs/arquivos/TCC_Aplicabilidade_RFID_Kanban_Gustavo_Rasteiro.pdf)
- [14]PEDROSO, M. C.; ZWICKER, Ronaldo; SOUZA, C. A. . Adoção de RFID no Brasil: um estudo exploratório. RAM. Revista de Administração Mackenzie, v.10, p. 12-36, 2009.
- [15]“Electronic Product Code”, último acesso: 19 de Maio de 2011 [http://www.contactlessdata.com/pr/epc\\_coupons.pdf](http://www.contactlessdata.com/pr/epc_coupons.pdf)

- [16] “Bosch E-Kanban”, último acesso: 19 de Maio de 2011, <http://www.rfidjournal.com/article/view/3293/1>
- [17] Documentos Técnicos da área MPS 2011, Swedwood Portugal, Paços de Ferreira, 2010 [ADAPTADA]
- [18] “Aplicabilidade RFID num sistema Kanban”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.us-freight-services.com/images/correct\\_pallet.jpg](http://www.us-freight-services.com/images/correct_pallet.jpg) [ADAPTADA]
- [19] “Palete com etiqueta RFID incorporada”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.importexportamerican.com/images/products/RFID\\_pallet\\_20100331135225.jpg](http://www.importexportamerican.com/images/products/RFID_pallet_20100331135225.jpg)
- [20] “Leitor de RFID inserido na linha”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.vilant.com/wp-content/uploads/2010/09/Identification-of-pallets-on-a-conveyo\\_for-web.jpg](http://www.vilant.com/wp-content/uploads/2010/09/Identification-of-pallets-on-a-conveyo_for-web.jpg)
- [21] “Componentes do Sistema RFID”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.12manage.com/images/picture\\_rfid\\_technology.jpg](http://www.12manage.com/images/picture_rfid_technology.jpg) [ADAPTADA]
- [22] “Siemens Kanban Build Display”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.emeraldinsight.com/content\\_images/fig/0330280201007.png](http://www.emeraldinsight.com/content_images/fig/0330280201007.png)
- [23] “Quadro Kanban da Lavagna”, último acesso: 19 de Maio de 2011, [http://www.leanproducts.eu/images/Kanban/Kanban/lavagna\\_Kanban\\_lp.jpg](http://www.leanproducts.eu/images/Kanban/Kanban/lavagna_Kanban_lp.jpg)
- [24] “Algoritmo de Dijkstra”, último acesso: 19 de Maio de 2011, <http://www.inf.ufsc.br/grafos/temas/custo-minimo/dijkstra.html>
- [25] “O Caso AGCO”, último acesso: 19 de Maio de 2011, <http://www.reperkut.net/download/Sawluz%20n05.pdf>

### ANEXO A: Determinação da dimensão óptima das baseboard

SH Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1				SD4 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1			
Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1	Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1
0,5622	0,712	2,490217005	3,735325507	1,219	0,712	1,148482363	1,722723544
		2	3			1	1
	Paletes n. utili.	0,49	0,74		Paletes n. utili.	0,15	0,72
TB1 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1				SD5 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1			
Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1	Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1
0,6	0,712	2,333333333	3,5	1,859	0,712	0,753093061	1,129639591
		2	3			0	1
	Paletes n. utili.	0,33	0,50		Paletes n. utili.	0,75	0,13
TB2 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1				PT2 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1			
Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1	Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1
1,2	0,712	1,166666667	1,75	0,323	0,712	4,334365325	6,501547988
		1	1			4	6
	Paletes n. utili.	0,17	0,75		Paletes n. utili.	0,33	0,50
SD2 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1				PT3 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1			
Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1	Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1
0,323	0,712	4,334365325	6,501547988	0,579	0,712	2,417962003	3,626943005
		4	6			2	3
	Paletes n. utili.	0,33	0,50		Paletes n. utili.	0,42	0,63
SD3 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1				PT4 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1			
Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1	Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1
0,579	0,712	2,417962003	3,626943005	1,219	0,712	1,148482363	1,722723544
		2	3			1	1
	Paletes n. utili.	0,42	0,63		Paletes n. utili.	0,15	0,72
				PT5 Determinar se em 1 se utiliza paletes de 1,4 ou 2,1			
Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1	Comp (m)	Lar (m)	BB1,4	BB2,1
1,859	0,712	0,753093061	1,129639591			0	1
	Paletes n. utili.	0,75	0,13				

Figura 38 -Folha Excel com resultados da selecção das baseboards

Para o cálculo da determinação da dimensão óptima das baseboards determinou-se, para cada referência, a razão da dimensão da baseboard (que pode ser de 1,4 ou 2,1 metros) pelo comprimento de cada referência.

Como as peças não podem ser transportadas fora dos limites exteriores das baseboards, arredondaram-se os valores, por defeito, e calculou-se a diferença entre o valor teórico e o valor real.

Quanto menor a diferença, mais vantajosa é a sua utilização, porque existe menos desperdício de espaço.

Exemplo:

No Side 3 (SD3, tabela da extremidade inferior esquerda) em baixo da célula “Comp (m)” está o comprimento da peça, por baixo da célula BB1,4 e BB2,1 está o resultado da razão entre a dimensão da baseboard (1,4 e 2,1 respectivamente). Por baixo dessa célula está o valor arredondado por defeito, e no fundo a diferença entre o valor teórico e o real.

O valor a vermelho indica a menor diferença, entre o valor teórico e o real, ou seja, o valor óptimo.



### ANEXO B: Layout da Folha Excel de Balanceamento do Fluxo

Peças/min		4	SD	19	PT	
BoS		T total/paleta/palha 77		T total/paleta/palha 46		T total/paleta/palha 37
Stacker		19,25	11,4	11,4	11,4	
4 peças/min		19,25	11,4	11,4	11,4	
Transporte		1,43 min/palha	11,2	11,2	11,2	
1,20min/palha		11,2	11,2	11,2	11,2	
3m		BoS	BoS	BoS	Stacker/Transporte	
Tempo Ciclo/palha		19,25	11,4	11,4	11,4	

**A1**

Buffer BoS Paletes	8	9	Total BoS	T encher buffer (horas) 77	T encher buffer (horas) 46	T encher buffer (horas) 37
TR 1	12	2	14			
TR 2	12	2	14			
SD 2	12	2	14			
SD 1	12	2	14			
SD 4	12	2	14			
SD 5	12	2	14	4,49	2,68	2,68
SH 1	12	2	14			
PT 2	12	2	14			
PT 3	12	2	14			
PT 4	12	2	14			
PT 5	12	2	14			

Processar paleta F&W		Rendimento Máquina		Processar paleta BoS		Rendimento Máquina	
Peças/min	4	62%	21,0497001	peças/min	4	21,0497001	
F&W	19,25		0,00	F&W	19,25		
Transporte/Ajustes				Transporte			
F&W	20,0304043			F&W	19,2500005		
Cura	120min			Cura	120min		
BN	F&W			BN	F&W		
Tempo Ciclo/palha	19,25			Tempo Ciclo/palha	19,25		

**C1**

Buffer F&W Paletes	7	6	5	Total F&W	T encher buffer (horas)
TR 1	4	22	60	66	
TR 2	4	22	60	66	
SD 2	4	22	60	66	
SD 3	4	22	60	66	
SD 4	4	22	60	66	
SD 5	4	22	60	66	
SH 1	4	22	60	66	26,71
PT 2	4	22	60	66	
PT 3	4	22	60	66	
PT 4	4	22	60	66	
PT 5	4	22	60	66	

Processar paleta EB&D		Rendimento Máquina		Processar paleta EB&D SH		Rendimento Máquina	
Peças/min	4	85%	3,4	peças/min	4	3,4	
EB&D	25% do TC		2,8875	EB&D SH	25% do TC		
Transporte/Ajustes				Transporte/Ajustes			
EB&D	11,55			EB&D SH	2,55051471		
BN	F&W			BN	F&W		
Tempo Ciclo/palha	14,44			Tempo Ciclo/palha	1,99		

Buffer EB&D Paletes	4	2	Total EB&D	3	1	Total EB&D SH	T encher buffer EB&D (horas)	T encher buffer EB&D SH (horas)
TR 1	12	39	51				12,27	
TR 2	12	39	51				12,27	
SD 2	12	39	51				12,27	
SD 3	12	39	51				12,27	
SD 4	12	39	51				12,27	
SD 5	12	27	39				9,38	4,46
SH 1	12	39	51	12	72	84	12,27	
PT 2	12	39	51				12,27	
PT 3	12	39	51				12,27	
PT 4	12	39	51				12,27	
PT 5	12	27	39				9,38	

Figura 39 -Layout da Folha Excel de Balanceamento do Fluxo

Na tabela verde A1 está representado o tempo de ciclo (tempo para obter uma paleta completa) de cada referência na BoS. Para alterar esse valor, basta trocar o valor de Peças/min no topo (que neste caso é de 4 peças/min).

Em baixo, a amarelo célula C1 está o rendimento da máquina F&W. Ao correr-se a função solver do Excel, o valor do rendimento da F&W vai ser alterado para que o tempo de ciclo na BoS seja igual ao da F&W. Neste exemplo usou-se o SD02 que tem um tempo de ciclo de 19,25min na BoS e, após correr-se a função solver do Excel, ajustou-se o rendimento da F&W de forma a se obter um tempo de ciclo de 19,25min. Neste caso, a F&W tem de funcionar com um rendimento de 62%.

Ao mesmo tempo, a função solver ajusta o rendimento da EB&D para que o tempo de ciclo seja constante da BoS para a F&W, e da F&W para a EB&D. Neste caso, o rendimento da EB&D tem de ser de 85% de forma a não existir Starving ou Blocking.

Caso haja alguma avaria é necessário determinar o tempo que demora a encher cada buffer intermédio.

### ANEXO C: Cálculo do Tempo até Saturar Linhas (Buffer)

MRP Paletes F&W											Cada =89		
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	Total	Dif.
R7	27					31,40217391	27					85,40	3,60
R8		25,24675325				18	27				18,7013	88,95	0,05
R10		26,64935065			19		25,33333333			19,74026		90,72	-1,72
R11	30				33,75		27					90,75	-1,75
R12		38		14			23		15			90,00	-1,00
R13	40,5			24			24					88,50	0,50
R14		50	10				20	10				90,00	-1,00
R15	57		17				17					91,00	-2,00
MRP Unidade F&W													
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5		
R7	7452					7253,902174	12474						
R8		3484,051948				4158	12474					2075,844	
R10		3677,61039			4389		11704			2191,169			
R11	8280				7796,25		12474						
R12		5244		6468			10626		3330				
R13	11178			11088			11088						
R14		6900	9240				9240	4440					
R15	15732		15708				7854						
MRP Unidade EB&D													
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5		
R7	14904					14507,80435	24948						
R8		6968,103896				8316	24948					4151,688	
R10		7355,220779			8778		23408			4382,338			
R11	16560				15592,5		24948						
R12		10488		12936			21252		6660				
R13	22356			22176			22176						
R14		13800	18480				18480	8880					
R15	31464		31416				15708						
Móveis Completos													
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5	Móveis completos	T Packing (min)
R7	7452					7253,902174	6237					6237,00	415,80
R8		3484,051948				4158	3118,5					4151,688	207,90
R10		3677,61039			4389		3901,333333			4382,338		3677,61	245,17
R11	8280				7796,25		8316					7796,25	519,75
R12		5244		6468			5313		6660			5244,00	349,60
R13	11178			11088			11088					11088,00	739,20
R14		6900	9240				9240	8880				6900,00	460,00
R15	15732		15708				15708					15708,00	1047,20

Figura 40 -Folha em Excel do estudo do tempo até saturar linhas após a F&W

Na primeira fase, fez-se a distribuição dos lotes pelos 89 lugares disponíveis, tendo como objectivo maximizar os móveis completos. A distribuição ideal encontra-se nas tabelas apresentadas em cima.

A primeira tabela (tabela do topo) indica a distribuição óptima dos lotes por cada referência. As tabelas seguintes apresentam a conversão de lotes para peças (unidades), à saída da F&W e à saída da EB&D, respectivamente.

Em baixo fez-se a distribuição das quantidades por linha, tentando sempre reservar uma linha para apenas uma referência. Neste caso os valores mantêm-se em unidades totais, sendo que cada linha suporta 22 lotes.

A penúltima tabela (tempo produção F&W saturar linhas), indica o tempo que a F&W consegue saturar cada linha, considerando que a F&W e a EB&D estão a trabalhar à máxima eficiência, e o que os tempos de ciclo teóricos de ambas são equivalentes aos reais.

No caso do PT3 e SD4 não existe Blocking, por isso na tabela aparece o valor 0 (zero), que corresponde a tempo “infinito”. Neste caso, não existe Blocking e passa a existir um pequeníssimo período de Starving.

MRP Unidade											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	14904					14507,80435	24948				
R8		6968,103896					24948				4151,688312
R10		7355,220779			8778	8316	23408			4382,337662	
R11	16560				15592,5		24948				
R12		10488		12936			21252		6660		
R13	22356			22176			22176				
R14		13800	18480				18480	8880			
R15	31464		31416				15708				
Tempos Produção (min) EB&D											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	232,88					402,99	389,81				
R8		108,88				231,00	389,81				115,32
R10		114,93			219,45		365,75			109,56	
R11	258,75				389,81		389,81				
R12		163,88		323,40			332,06		166,50		
R13	349,31			554,40			346,50				
R14		215,63	462,00				288,75	222,00			
R15	491,63		785,40				245,44				
Tempos Produção (min) F&W											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	106,46					279,00	154,00				
R8		89,33				159,92	154,00				79,84
R10		94,30			112,54		144,49			56,18	
R11	118,29				199,90		154,00				
R12		134,46		82,92			131,19		59,46		
R13	159,69			142,15			136,89				
R14		176,92	66,00				114,07	71,61			
R15	224,74		112,20				96,96				
Tempos Produção (min) F&W Saturar linhas (22 paletes linha)											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	79,89					69,01	141,17				
R8		216,86				69,01	141,17				64,26
R10		216,86			0,00		141,17			64,26	
R11	79,89				0,00		141,17				
R12		216,86		87,62			141,17		49,84		
R13	79,89			87,62			141,17				
R14		216,86	93,84				141,17	0,00			
R15	79,89		93,84				141,17				
Ticlo (paquete) minutos											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
F&W	1,97	1,77	3,60	2,96	6,68	2,03	4,13	12,84	1,37	1,42	1,42
EB&D	4,31	2,16	23,10	11,55	6,42	5,78	11,55	12,33	3,47	2,78	2,78
Racio	2,19	1,22	6,42	3,90	0,96	2,84	2,80	0,96	2,53	1,95	1,95

Figura 41 -Folha em Excel do estudo do tempo até saturar linhas após a F&W

Estudo de Implementação de um Kanban de Produção

MRP Unidade											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	14904					14507,80435	24948				
R8		6968,103896				8316	24948				4151,688312
R10		7355,220779			8778		23408			4382,337662	
R11	16560				15592,5		24948				
R12		10488		12936			21252		6660		
R13	22356			22176			22176				
R14		13800	18480				18480	8880			
R15	31464		31416				15708				
Tempos Produção (min) EB&D											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	232,88					402,99	389,81				
R8		108,88				231,00	389,81				115,32
R10		114,93			219,45		365,75			109,56	
R11	258,75				389,81		389,81				
R12		163,88		323,40			332,06		166,50		
R13	349,31			554,40			346,50				
R14		215,63	462,00				288,75	222,00			
R15	491,63		785,40				245,44				
Tempos Produção (min) F&W											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	106,46					279,00	154,00				
R8		89,33				159,92	154,00				79,84
R10		94,30			112,54		144,49			56,18	
R11	118,29				199,90		154,00				
R12		134,46		82,92			131,19		59,46		
R13	159,69			142,15			136,89				
R14		176,92	66,00				114,07	71,61			
R15	224,74		112,20				96,96				
Tempos Produção (min) F&W Saturar linhas (22 paletes linha)											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	79,89					69,01	141,17				
R8		216,86				69,01	141,17				64,26
R10		216,86			0,00		141,17			64,26	
R11	79,89				0,00		141,17				
R12		216,86		87,62			141,17		49,84		
R13	79,89			87,62			141,17				
R14		216,86	93,84				141,17	0,00			
R15	79,89		93,84				141,17				
Tciclo (paquete) minutos											
	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
F&W	1,97	1,77	3,60	2,96	6,68	2,03	4,13	12,84	1,37	1,42	1,42
EB&D	4,31	2,16	23,10	11,55	6,42	5,78	11,55	12,33	3,47	2,78	2,78
Racio	2,19	1,22	6,42	3,90	0,96	2,84	2,80	0,96	2,53	1,95	1,95

Figura 42 -Folha em Excel do estudo do tempo até saturar linhas após a F&W

## ANEXO D: Alteração Proposta ao Buffer da BoS

Para incrementar a capacidade do Buffer da BoS (Supermercado 2) cerca de 40 minutos (na F&W) em cada referência, era aconselhado aumentar o comprimento em 12,5 metros na primeira e na terceira linha (células marcadas a amarelo).

A amarelo está o comprimento final da linha com o incremento de 12,5 metros. Com esta modificação conseguem-se armazenar mais 47 lotes da BoS.

Sabendo que cada metro de conveyors custa 150 euros, e que são necessários 187,5 metros, o investimento necessário para esta modificação é de 28125 euros.

Como não há dados sobre a possibilidade de ruptura de stock (nem o seu custo) nem do custo de armazenamento, não é possível neste momento saber se a vantagem do incremento do buffer compensa o investimento necessário.

Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
9	10,6619341	39,801	95,95740691	10	90
2	6,496115725	24,25	12,99223145	6	12
Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
5	8,036431824	30	40,18215912	8	40
Linhas	Quant. Linha	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
9	10,38039111	38,75	93,42351996	10	90
Linhas	Quant. Linha BB (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	7,018215912	26,199	7,018215912	7	7
Linhas	Quant. Linha (3,733)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	10,11492098	37,759	10,11492098	10	10
Linhas	Quant. Linha (3,493)	Comprimento	Total (paletes)	Quant. Real linha	Total (paletes) real
1	18,2828824	68,25	18,2828824	18	18
<b>Paletes Total</b>		diferença			
259		47			
<b>Investimento</b>					
Preço metro (euros)	150				
Total metros	187,5				
Total	28125				

Figura 43 -Folha em Excel do estudo do incremento do buffer da BoS

## ANEXO E: Primeira Apresentação na Empresa

The figure consists of six presentation slides arranged in a 3x2 grid. Each slide features the logo of the Faculty of Engineering (FEUP) at the University of Porto in the top left corner and the 'Swedwood' logo in the bottom right corner. The slides are as follows:

- Slide 1 (Top Left):** Titled 'Project Introduction' by Bruno Macedo.
- Slide 2 (Top Right):** Titled 'Presentation Order' with a bulleted list:
  - Goal (objective);
  - Kanban;
  - Advantages and Disadvantages
  - Automated Warehouse;
- Slide 3 (Middle Left):** Titled 'The Goal' with the text 'Design a production Kanban, using an automated warehouse.' Below the text is a process flow diagram showing stages: Supplier, New Material Warehouse, Fabrication Area, Subassembly Assembly, Assembly, Finished Goods Warehouse, and Customer. Below the flow are icons for 'Supplier Kanban', 'Temporary Kanban', 'Production Kanban', 'Fabrication Kanban', and 'Customer Kanban'.
- Slide 4 (Middle Right):** Titled 'Kanban'.
- Slide 5 (Bottom Left):** Titled 'What is?' and defines Kanban (kahn-bahn) as a Japanese word meaning 'visible record' or 'visible part'. It includes a diagram showing three types of Kanban: 'A Kanban (Inventory Kanban)', 'B Kanban (Production Kanban)', and 'C Kanban (Withdrawal Kanban)'. A note states: 'In general, it refers to a signal of some kind'.
- Slide 6 (Bottom Right):** Titled 'What is?' and explains that in a manufacturing environment, Kanbans are signals used to replenish inventory. It includes a flowchart: 'In the manufacturing environment, kanbans are signals used to replenish the inventory of items, used repetitively within a facility' leads to 'That material will not be produced or moved until a customer sends the signal to do so', which then branches into 'Needed Quantity' and 'When it's needed'.

Figura 44 -Apresentação na Empresa

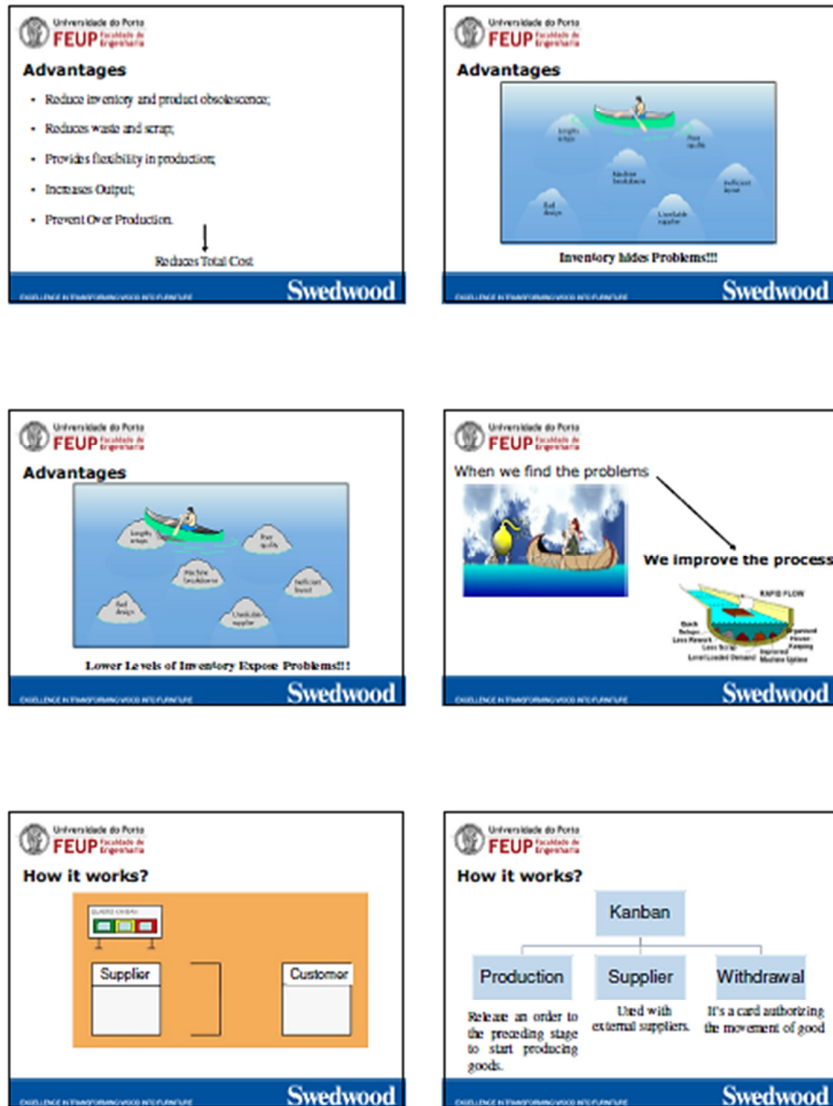


Figura 45 -Apresentação na Empresa

The figure consists of six presentation slides arranged in a 3x2 grid, all featuring the FEUP logo and the Swedwood name at the bottom.

- Slide 1 (Top Left): Rules of Kanban?**
  - No withdrawal of parts without a Kanban is allowed;
  - The number of parts issued to the next process must be the exact number specified by the Kanban;
  - A Kanban should always be attached to the physical parts;
  - Process the Kanbans at every work center in the order in which they arrive at the work center;
  - SMED;
  - Balanced cycle time/production.
- Slide 2 (Top Right): Rules of Kanban?**
  - Defective parts should never be conveyed to the next process
  - Move a Kanban, only when the lot it represents is consumed
  - Just start producing goods when receive a Kanban card
- Slide 3 (Middle Left): Design Requirements?**
  - Gold Rule
  - All the workers must be motivated to follow the kanban rules!
- Slide 4 (Middle Right): The Philosophy of kanban**
  - Technology push vs. Market pull
  - Technology push: Research & Development → Production → Marketing → Demand
  - Market pull (Demand pull): Research & Development → Production → Marketing → Demand
- Slide 5 (Bottom Left): Barcode Kanban**
  - Image showing a barcode scanner and a Kanban card.
- Slide 6 (Bottom Right): Automated Warehouse Texto**
  - Automated Warehouse Texto

Figura 46 -Apresentação na Empresa



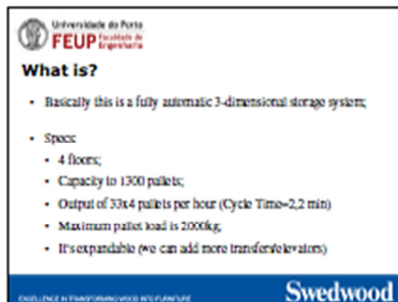



Figura 47 -Apresentação na Empresa

Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de Engenharia

### Satellite (z)

- The satellite transports the goods from the Transfer cart into the channel;
- It's battery driven
- During the time the Satellite is on board the Transfer Cart, it will charge its batteries automatically.




Swedwood

Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de Engenharia

### PC Program

- The controller software shows every action happening inside the system.
- The green spot is a satellite standing on the transfer cart which recently has left goods in the upper second channel.



Swedwood

Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de Engenharia

### Advantages

- The system requires a minimum of floor space
- Fully automatic can be connected to WMS;
- Safe handling of the goods, no Fork Lift Trucks are involved;
- The Storage System can be adapted to different pallet sizes.

Swedwood

Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de Engenharia

### To think about

What to do with the incomplete pallets?

Swedwood

Universidade do Porto  
**FEUP** Faculdade de Engenharia

### The End

Thank you!

Swedwood

Figura 48 -Apresentação na Empresa

### ANEXO F: Folha Excel de apoio ao planeamento

	Unid. BB	Unid. White	Quadro de Estado											
			OE	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R7	1576	2242												
R8	922	1341												
R9	448	1331												
R10	444	2247												
R11	2141	3238												
R12	1127	1741												
R13	4152	4018												
R14	1657	2156												
Totol	11477	11123												
Totol	32500													
Targat	22500													
			Produção Satisfazer Procura											
			PSP	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R14	59,46%	48,56%												
R12	39,58%	49,26%												
R7	40,97%	59,03%												
R15	43,46%	54,54%												
R11	38,56%	61,44%												
R13	39,31%	60,69%												
R8	35,04%	64,96%												
R16	33,14%	66,86%												
			Produção Repar Stock (Ideal)											
			PSP	TB 1	TB 2	SD 2	SD 3	SD 4	SD 5	SH 1	PT 2	PT 3	PT 4	PT 5
R14	59,46%	48,56%												
R12	39,58%	49,26%												
R7	40,97%	59,03%												
R15	43,46%	54,54%												
R11	38,56%	61,44%												
R13	39,31%	60,69%												
R8	35,04%	64,96%												
R16	33,14%	66,86%												
			Torna Disponível Torna Utilizar											
			BeS 1	IS	7,00									
R14	25,03	25,32%												
R12	16,55	16,55%												
R7	11,79	11,79%												
R15	11,73	11,73%												
R11	11,55	11,55%												
R13	8,43	8,43%												
R8	6,49	6,49%												
R16	5,13	6,13%												
			Torna Disponível Torna Utilizar											
			EB&D TB	IS	3									
R14	221,91													
R12	537,37													
R7	337,71													
R15	240,25													
R11	275,09													
R13	224,24													
R8	243,83													
R16	199,19													
			Dias para Packings											
			Targat	1	2	3								
R14	221,91													
R12	537,37													
R7	337,71													
R15	240,25													
R11	275,09													
R13	224,24													
R8	243,83													
R16	199,19													

Figura 49 -Folha Excel de apoio ao planeamento/produção

**ANEXO G: Caso AGCO**

**sawluz**  
News

Informativo Trimestral • Edição 5  
abril - maio - junho de 2007

## Kanban Eletrônico, uma realidade na AGCO

A montadora de tratores e colheitadeiras Massey Ferguson chegou ao mês de abril totalizando mais de 40 fornecedores atendendo, via EDI, suas chamadas Kanban.

Todo esse trabalho começou em novembro do ano passado, com a realização dos primeiros workshops, em conjunto com a Sawluz, para demonstrar aos parceiros da AGCO os detalhes de um projeto com alto índice de adesão.

Prova disso é que, no final de abril, todos os participantes previstos inicialmente e até alguns novos estavam devidamente certificados no Kanban Eletrônico, condição atingida após um apurado follow up para comprovar se todos os dados estavam sendo enviados, recebidos e visualizados com total precisão.

“Foi tudo tranquilo em termos de sistema, com o trabalho da Sawluz e, também, no tocante à aderência por parte dos nossos fornecedores”, avalia o analista de Negócios da montadora, Carlos Borges.

Dentre os benefícios percebidos já na fase inicial de produção, ele destaca o aumento significativo da segurança e da agilidade no tráfego das informações. “Além disso, ao receber pedidos de Kanban, ficou nitidamente ampliada a capacidade de reação do nosso fornecedor e as diversas etapas de cada pedido em carteira passaram a contar com total rastreabilidade”, acrescenta.

Aspectos como esses haviam sido antecipados pelo gerente de Materiais e Logística, Ingomar Reimoldo Goltz, ao receber os parceiros da AGCO para os primeiros workshops sobre o tema.

Na ocasião, ele ressaltou objetivos básicos como a certeza de entrega e a redução no manuseio no chão de fábrica, frisando ainda a existência de vantagens para o próprio fornecedor com a utilização da nova ferramenta. “Além de uma demanda estável, ela garante exclusividade para os itens fornecidos. Em contrapartida, contamos com a capacidade de pronta-entrega, respeitando sempre as quantidades negociadas nos lotes e a qualidade daquilo que é produzido”, acrescentou.

Segundo Ingomar, a ideia da AGCO é trabalhar com o EDI da mesma forma padronizada com que está tratando o seu sistema ERP, tanto na planta de Canoas, quanto na unidade de Santa Rosa, ambas no Rio Grande do Sul, o mesmo devendo ocorrer em futuro breve com a fábrica localizada na cidade paulista de Mogi das Cruzes.

### Leia também:

**Uma arte chamada diagnóstico**  
Profissionais de TI reconhecem: muitas vezes podem estar na infraestrutura problemas que o usuário tende a atribuir, de imediato, ao sistema  
Pág.: 3

**A escalada do SawluzNET**  
Desenvolvida como alternativa ao caro e nem sempre ágil STM-400, a van que usa a Internet segura conquista adeptos por onde passa  
Pág.: 4

**NF-e ao alcance de todos**  
Tida no passado como quase feição científica, a Nota Fiscal Eletrônica vai ganhando espaço e tem no setor automobilístico uma forte aderência  
Pág.: 7

As equipes de AGCO e Sawluz envolvidas no projeto

Figura 50 - Caso AGCO [25]

