

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios

Manuel Gomes da Torre Oliveira Cardoso

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Luís Cardoso Osswald

Orientador na Bi-Silque S.A.: Eng.º Abel Maia



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Junho de 2017

*“O destino da minha vida foi sempre o que Deus quis,
Hoje estou na Rua Cais da Estação em Esmoriz”*

À minha família, e àqueles que não o sendo de sangue, o são de coração.

Resumo

Este projeto foi desenvolvido numa empresa de produtos de comunicação visual e visa a implementação de um sistema de produção puxada que consiga reduzir o nível de WIP num setor de fabrico de produtos intermédios de corte, de forma a reduzir o espaço ocupado em armazém, custos de inventário e risco de deterioração ou obsolescência, sem pôr em risco o abastecimento dos setores a jusante da fábrica, nomeadamente as linhas de montagem que funcionam num sistema *make to order*.

Um dos principais problemas da empresa é a falta de espaço, consequência do crescimento acentuado da sua atividade e resultante da sobreprodução frequente nos setores mais a montante, devido a tempos de setup elevados e de modo a assegurar a disponibilidade de materiais nas linhas de montagem. Esta sobreprodução sistemática resulta em vários desperdícios tanto a nível de inventário, de transporte, de espera e de material danificado. O sistema implementado sustentou-se na utilização de kanbans nos produtos de maior volume de produção, criando um limite à produção destes e garantindo o seu aprovisionamento às linhas *just in time*.

Para a implementação do sistema foi utilizado um ciclo PDCA como ferramenta de apoio, o que permitiu a identificação de problemas ao longo do projeto e a sua resolução, passando por atualizações ou simplesmente integração de medidas não previstas durante o planeamento do projeto. Para a obtenção de resultados foi registado diariamente o WIP ao longo da estadia na empresa com o auxílio de folhas de registo criadas propriamente para esse fim.

Na conclusão do projeto foi registada uma redução do nível de WIP para esses produtos em aproximadamente 23% comparativamente ao período antecedente à sua implementação.

Implementation of a Pull System in a Intermediate Products Section

Abstract

This project was developed in a visual communication products company and aims at the Implementation of a Pull System that can lower the WIP level in an intermediate products production sector, in order to reduce the space occupied in the warehouse, holding costs and risks of deterioration and obsolescence, without compromising the supply of the following sectors in the factory, the assembling lines that work in a make to order system.

One of the biggest problems pointed at this company is the lack of space, a consequence of the company's growth through time and result of a frequent overproduction by the previous sectors, related to the high setup times and assuring the disposability of material in the assembling lines. This systematic overproduction results in many wastes like stock, transport, waiting and damaged material. The implemented system's foundation was the use of Kanban cards in the high-runner products, creating a maximum level to their production but also assuring a just in time supply to the assembling lines.

It was used a PDCA cycle as a supporting tool to the implementation of this system, which permitted the identification of problems during the project and the solutions to them by adjustments to the original plan or simply the introduction of new measures that weren't considered when planning the project. It was registered the daily WIP level during the stay at the company using registration sheets made for this propose.

At the end of this project it was registered a reduction of the average WIP level for those selected products in about 23% when compared to the previous period.

Agradecimentos

Chegando ao fim da minha estadia na empresa queria deixar os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas da Bi-Silque que não só tornaram esta etapa da minha formação mais profícua do que eu esperava inicialmente, como também mais aprazível. Verifiquei algumas das dificuldades mencionadas durante o curso, aprendi a lidar com muitas outras e saio muito mais engenheiro do que quando entrei.

Um obrigado a todos os colaboradores e chefias pela compreensão e tempo que disponibilizaram para mim desde o primeiro dia, assim como pelas lições de vida que levo comigo, sobre o valor da humildade, respeito e trabalho.

Também um agradecimento aos meus colegas estagiários pela companhia ao longo desta estadia, pelos bons momentos passados seja na entreajuda na hora de trabalhar ou simplesmente nas pausas de almoço e café. Muita sorte para o vosso futuro.

Agradecer também à Engenheira Lúcia Fernandes pelo acompanhamento ao longo de todo o projeto, sendo justo dizer que se não fosse por ela, dificilmente este projeto teria arrancado e pouco teria eu para expor. Sem esquecer os restantes membros do gabinete, Diogo, Sílvia e Tatiana, com os quais convivi igualmente dia após dia e não podia deixar de agradecer pela simpatia e companheirismo.

Já num âmbito mais exterior ao projeto mas sim focado no que foi até hoje o meu percurso académico, um muito obrigado a todos aqueles que me acompanharam desde o dia da entrada nesta instituição, que me acompanharam nesta luta e se tornaram amigos que espero manter para a vida.

Queria agradecer também à minha família e aos meus amigos de longa data pelo suporte que foram e continuam a ser.

Agradecer aos meus orientadores, Eng^o Abel Maia pela disponibilidade e compreensão e Professor Paulo Osswald pela disponibilidade e meticulosidade nas observações efetuadas que permitiram melhorar o meu trabalho.

Por fim, um obrigado à Bi-Silque SA pela oportunidade e desejos de muito sucesso para o futuro.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	
1.1	Apresentação da Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual S.A.	1
1.2	Enquadramento do projeto e motivação	3
1.3	O Projeto na Bi-Silque SA	3
1.4	Objetivos do projeto	3
1.5	Método seguido no projeto	3
1.6	Estrutura da dissertação	4
2	Enquadramento teórico	5
2.1	Origem do TPS – Toyota Production System	5
2.1.1	JIT – Just in Time	6
2.1.2	Autonomation (Jidoka)	8
2.2	TPS e o Desperdício	9
2.3	Sistema de Kanbans	10
2.4	Ciclo PDCA	13
3	A produção de produtos intermédios na Secção de Produção de Planos	15
3.1	Fabrico de memos	15
3.2	Produção de produtos intermédios	17
3.3	Planeamento da produção	21
3.4	Principais desperdícios verificados no setor	22
4	Implementação de um Sistema de Produção Puxada no fabrico de planos	24
4.1	Seleção dos produtos intermédios	24
4.2	Os Kanbans e o seu funcionamento	26
4.2.1	Cálculo do número de Kanbans	30
4.2.2	Quantidade de kanbans para iniciar produção	31
4.3	Introduções e alterações feitas no setor	32
4.3.1	Gabinete de Produção de planos	33
4.3.2	Calibradora, Prensas e Máquinas de Corte	34
4.3.3	Informações relativas ao funcionamento do sistema	35
4.4	Implementação	35
4.5	Resultados Obtidos	36
4.6	Outras melhorias implementadas	38
4.6.1	Alteração do layout das zonas da calibradora e prensas	38
4.6.2	Arrumação de tábuas para movimentação de paletes	41
4.6.3	Redefinição do layout do armazém de planos cortados à frente da Bi-bright	43
4.6.4	Instruções de limpeza dos fossos das prensa	45
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro	47
	Referências	48
ANEXO A:	Fluxo de Material na produção de Memos	49
ANEXO B:	Planta do Setor de Fabrico de Planos e Setores vizinho	50
ANEXO C:	Etapas da produção de Memos de cortiça	51
ANEXO D:	Consumo quinzenal dos 10 principais Intermédios de Corte	52
ANEXO E:	Características dos 10 produtos selecionados para kanban	53
ANEXO F:	Exemplos de caixas colocadas nas máquinas para kanbans utilizados e restantes introduções (avisos e fichas informativas)	55
ANEXO G:	Fichas de informação	57
ANEXO H:	Documentos de apoio à formação	61
ANEXO I:	Exemplo de folha de controlo de paletes e rastreio de kanbans	65
ANEXO J:	Resultados – Nível de WIP diário registado	66

Siglas

Intermédios CC- Intermédios de colagem

Intermédios CR – Intermédios de Corte

JIT- Just in time

MDF- Medium Density Fibreboard

MTO – Make to order

MTS – Make to Stock

PI- Produto intermédio

Pull System – Sistema de Produção Puxada

Push System – Sistema de Produção Empurrada

SB- Softboard

TPS- Toyota Production System

WIP – Work in Progress

Índice de Figuras

Figura 1-Instalações da Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A., em Esmoriz	1
Figura 2 - Vários setores onde é possível encontrar produtos da Bi-Silque. Imagem retirada do site oficial.	2
Figura 3 - Alguns exemplos de produtos da Bi-Silque.....	2
Figura 4 - Estrutura atual da Bi-Silque SGPS	2
Figura 5 – Push vs. Pull (adaptado de: http://www.speedboard.co.uk/blog/6-benefits-kanban-system/).....	8
Figura 6 - Máquina de venda automática, um exemplo de Sistema Pull	8
Figura 7 - Evolução dos sistemas de produção. Adaptado da figura 2 de “Introdução: do sistema de produção artesanal ao Lean Manufacturing” (Rodrigues 2014).....	9
Figura 8 - Sistema Pull com kanbans de produção e kanbans de transferência (retirada de: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html)	12
Figura 9 - Fluxo de informação e kanbans. Inspirado na figura 2 de "Toyota production system and Kanban system. Materialization of just-in-time and respect-for human system" (Sugimori et al. 1977).....	13
Figura 10 – Ciclo PDCA	14
Figura 11- Exemplo de dois Memos Magnéticos produzidos na Bi-Silque	15
Figura 12 -Planta da Bi-Silque, com destaque para os setores relevantes na produção de memos.....	16
Figura 13 - Análise ABC às referências de planos existentes.	16
Figura 14 - Fluxo de material na produção de memos	17
Figura 15 - Esquema da composição de um plano. O núcleo ao centro a castanho e os revestimentos a verde.	17
Figura 16- Saída da Calibradora. As paletes são movimentadas nos tapetes de rolos, seja a retirar do armazém para alimentar a Calibradora, seja a armazenar para a etapa seguinte.	18
Figura 17 - Planta do setor de fabrico de planos e setores vizinhos (Madeiras e Perfis Madeira). Detalhe da planta geral no anexo B.	20
Figura 18 - Exemplo do resultado do corte de um intermédio CC Cartão+Cortiça 1 Lado 800x600 mm em 2 intermédios CR Cartão+Cortiça 578x378 mm.	20
Figura 19- Possíveis fluxos de material existentes no setor de fabrico de planos desde o armazém de matéria-prima até ao processo de corte.....	21
Figura 20 - Planeamento da produção semanal	22
Figura 21 - Armazém de planos, com destaque para a parte dos planos colados.....	23
Figura 22 - Consumo semanal dos 10 intermédios CR de maior consumo. Uma versão quinzenal do gráfico pode ser encontrada no anexo D.....	25
Figura 24 – Esquema representativo do ciclo dos Kanbans de Corte. O Gabinete da produção é o local de trabalho dos responsáveis pela produção do setor em questão e a partir de onde saem as ordens de produção.	27

Figura 25 - Fluxo de material e kanbans em paletes de SB. 1-Utilização de uma paleta de corte e lançamento de kanban para produção. 2-Corte de paleta para kanban, com respectivo lançamento do kanban de Colagem para produção. 3-Colagem de paleta utilizando material calibrado, lançando kanban de Calibração para produção (neste caso é utilizado material do armazém de SB).....	27
Figura 26 - Exemplo de Kanban de corte de SB + Prata 120x90 para impressão.....	29
Figura 27 - Esquema do fluxo dos kanbans de MDF-3-Branco 60x40, cujo único processo é o de corte. Imagem retirada dos materiais utilizados em formação dos colaboradores (anexo H)	30
Figura 28 – Exemplo da evolução esperada do nº de kanbans sem paleta ao longo dos dias. A linha vermelha representa a quantidade de kanbans para iniciar produção.....	31
Figura 29 – Exemplo da evolução esperada do nº de kanbans com paleta ao longo dos dias. Imagem semelhante à da figura 28, mas visto do lado oposto, ou seja, o do armazém de planos.....	32
Figura 30 - Esquema das prateleiras colocadas no Gabinete da Produção de Planos, onde cada linha representa um tipo de produto e cada coluna um tipo de processo (Cortar, Colar e Calibrar). Retirado dos documentos de apoio à formação (anexo H)	33
Figura 31 - Antes e depois das prateleiras no gabinete. As prateleiras antigas foram aproveitadas para outro setor	34
Figura 32 - Caixas colocadas à porta do Gabinete da Produção de Planos	34
Figura 33 – Exemplos de folhas de informação relativa ao sistema e ao seu funcionamento colocadas nas máquinas.....	35
Figura 34- Armazém de planos cortados no início da introdução dos kanbans (foto tirada a 27-04-2017)	36
Figura 35- Armazém de planos cortados semanas após a introdução dos kanbans (foto tirada a 08-05-2017)	36
Figura 36 - Produção mensal (em paletes) nos anos 2016 e 2017 para as 10 referências de corte	37
Figura 37 - Evolução da alteração do layout na calibradora.	39
Figura 38 – Evolução do espaço junto à prensa 1.	40
Figura 39 - Evolução do espaço perto da prensa 2.....	41
Figura 40 - Aviso colocado na prensa 2 para evitar embate entre paletes e quadro de planeamento.....	41
Figura 41 - Exemplo do tipo de paletes existentes nas máquinas e de qual o modo mais conveniente de movimentação em rolos.....	42
Figura 42 - Modo de emprego das tábuas na movimentação de material. Situação inicial e após introdução de caixas para arrumação.	43
Figura 43 - Localização do corredor no armazém, layout definido e exemplo de utilização do corredor.....	44
Figura 44 - Exemplo das alterações propostas nas instruções de limpeza propostas (Prensa 1).	46

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Os sete tipos de desperdícios (Pereira 2009).....	11
Tabela 2 - Características do CCX0578.0378XXXXX-CR, o Intermédio CR de maior consumo.....	17
Tabela 3- Caracterização das Prensas do Setor dos Planos.....	19
Tabela 4- Características das máquinas de corte no Setor dos Planos.....	19
Tabela 5 - Valores registados numa fase anterior à implementação do sistema para as 10 referências CR consideradas mais relevantes.....	23
Tabela 6 - Níveis de consumo dos 10 principais intermédios de corte.....	25
Tabela 7 - Armazéns das referências de corte.....	26
Tabela 8 - Cálculo da quantidade de kanbans.....	30
Tabela 9 - Quantidade para iniciar produção.....	32
Tabela 10 – Resultados obtidos para o nível médio diário de WIP (em paletes) para os intermédios CR associados aos kanbans.	37
Tabela 11 - Resultados obtidos para o nível médio diário de WIP (em paletes) para os intermédios CR associados aos kanbans nos meses de Abril e Maio.....	38

1 Introdução

1.1 Apresentação da Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A.



Figura 1-Instalações da Bi-Silque - Produtos de Comunicação Visual S.A., em Esmoriz

Fundada numa garagem em Esmoriz no ano de 1979 por Virgílio Vasconcelos e sua esposa Aida Vasconcelos, a Bi-Silque –Produtos de Comunicação Visual S.A. é uma empresa familiar de fabrico de produtos de Comunicação Visual. Atualmente gerida pelo filho dos fundadores, André Vasconcelos, a fábrica deixou há muito de ser limitada a uma garagem e vender no mercado nacional, estando presente no Reino Unido e nos Estados Unidos, produzindo quase na totalidade para exportação. Na figura 1 pode-se ver as instalações atuais da fábrica em Esmoriz.

Por produto de comunicação visual pode-se entender um objeto que tenha como objetivo auxiliar na comunicação, sendo esse mesmo um dos lemas da empresa “*Helping people to communicate*”.

Focando-se inicialmente na utilização de matérias-primas nacionais como a cortiça e madeira, cuja indústria em Portugal era forte e garantia uma vantagem competitiva face à concorrência no estrangeiro, os principais produtos fabricados pertenciam ao setor da decoração. Mas graças à sua visão inovadora e aposta na exportação, hoje a Bi-Silque é líder mundial no fabrico e distribuição de produtos de Comunicação Visual, tendo adicionado novos materiais aos seus produtos como alumínio e cerâmica e explorado setores como o Educativo, Industrial e Saúde através do fabrico de produtos para uso não apenas decorativo, mas também profissional. Tais setores estão representados na figura 2, podendo ainda observar-se alguns dos produtos desenvolvidos na Bi-Silque na figura 3. De salientar ainda a gama Earth-It, caracterizada por materiais reciclados, recicláveis e com menor impacto ambiental.



Figura 2 - Vários setores onde é possível encontrar produtos da Bi-Silque. Imagem retirada do site oficial.

Atualmente a Bi-Silque S.A. pertence à *holding* Bi-Silque SGPS, à qual pertencem ainda a Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual LTD (Reino Unido), Bi-Silque – Produtos de Comunicação Visual INC (EUA), Bi-Joy e Bi-Bloco, tendo ainda um escritório na Alemanha para comercialização e distribuição nesses mercados (ver figura 4).

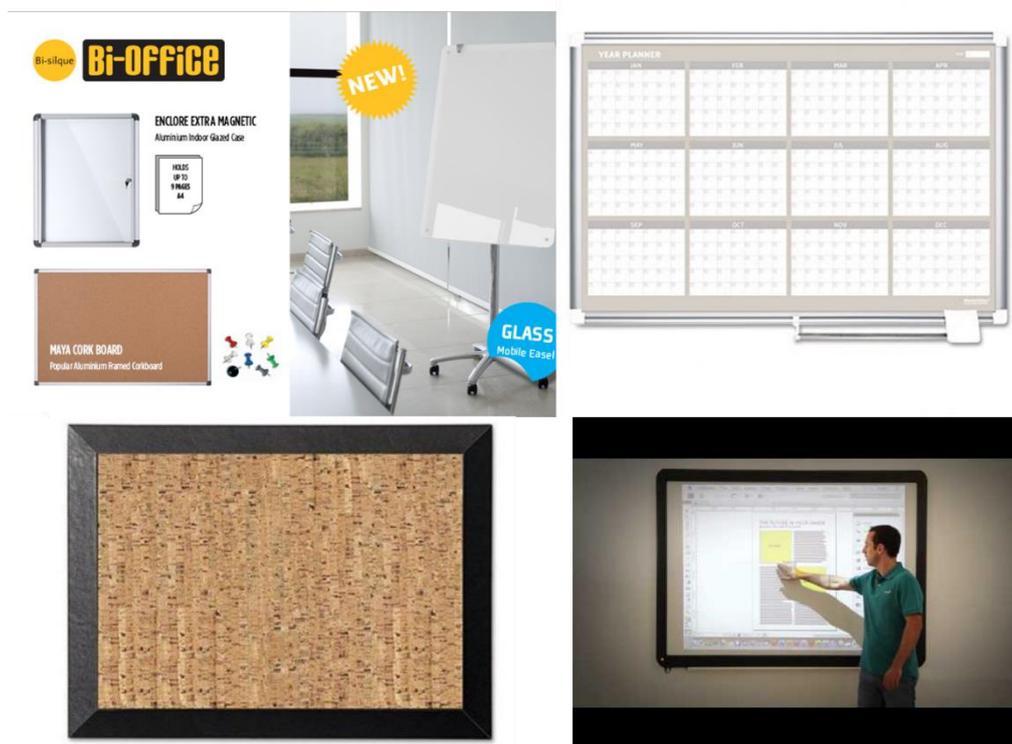


Figura 3 - Alguns exemplos de produtos da Bi-Silque

A capacidade industrial instalada em Portugal a nível da cortiça, madeira, produção de MDF e transformação de alumínio permitiram à Bi-Silque ter a liderança no mercado e boas relações com os fornecedores, levando a uma crescente presença de produtos de origem portuguesa no mercado mundial.

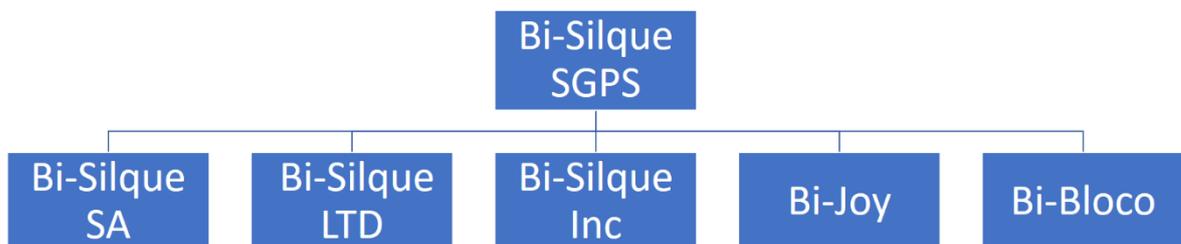


Figura 4 - Estrutura atual da Bi-Silque SGPS

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios
Um dos objetivos da Bi-Silque é conseguir satisfazer as necessidades do consumidor na íntegra e possibilitar a compra de todos os acessórios necessários para o usufruto completo dos seus produtos. Daí ser possível comprar não só os quadros como também magnéticos, marcadores, apagadores, suportes, etc.

As exportações para mais de 80 países representam um peso superior a 99% nas suas vendas, sendo um caso de exceção em Portugal, faturando 50 Milhões de euros em 2015.

1.2 Enquadramento do projeto e motivação

Este projecto foi desenvolvido no Setor de Fabrico de Planos, responsável pelo fornecimento de platinas para todos os principais setores de montagem de memos, os setores das Madeiras e dos Alumínios. O número de referências de planos existentes e a estratégia *make to stock* deste setor abrem a necessidade de espaço para armazenamento de planos intermédios, sobretudo no setor de fabrico de planos, fornecedor de todos os restantes setores de montagem da fábrica (Setor Madeiras, Alumínios, Easel e Bi-Bright, exceto Bi-Bloco).

Um dos principais problemas da empresa é a falta de espaço, consequência do crescimento acentuado da sua actividade e resultante da sobreprodução frequente nos sectores mais a montante, devido a tempos de setup elevados e de modo a assegurar a disponibilidade de materiais nas linhas de montagem. Esta sobreprodução sistemática resulta em vários desperdícios tanto a nível de inventário, de transporte, de espera e de material danificado.

O projecto visa a implementação de um sistema de produção puxada que consiga reduzir o nível de WIP num setor de fabrico de produtos intermédios de corte, de forma a reduzir o espaço ocupado em armazém, custos de armazenamento e riscos de deterioração e obsolescência sem pôr em risco o abastecimento dos sectores a jusante da fábrica, nomeadamente as linhas de montagem que funcionam num sistema *make to order*.

1.3 O Projeto na Bi-Silque SA

O projeto esteve inserido no departamento Lean do setor das madeiras e surgiu no âmbito de introdução de medidas de melhoria contínua na fábrica, uma vez que o setor de fabrico de planos é fornecedor de todas as linhas de montagem. À chegada à empresa a base do projeto já se encontrava definida (utilização de kanbans nos produtos de maior consumo), tendo havido uma tentativa anterior de introdução de um sistema pull entre planos e montagem que caiu no desuso com o passar do tempo. Existiu um acompanhamento pela Eng^a Lúcia Fernandes (vice-diretora de produção) sobretudo na fase inicial, acompanhamento esse que deu lugar a uma elevada independência aquando da introdução do sistema na fábrica.

1.4 Objetivos do projeto

Pretende-se que este projeto consiga reduzir o nível de WIP no setor envolvido e permita a eliminação de desperdícios como sobreprodução, movimentação excessiva de material e defeitos consequentes do manuseio excessivo. É de salientar ainda que é previsto que o projeto não provoque paragens nas linhas de montagem, tendo isso em conta no dimensionamento dos kanbans e sendo possível a introdução de alterações futuras com o aumento da fluidez do funcionamento deste.

1.5 Método seguido no projeto

O projeto teve o seu início numa análise a todas as referências de produtos intermédios de corte consumidos pelos restantes setores, de forma a compreender de que forma se deveria projetar o sistema *pull* e proceder à sua implementação na fábrica. A escolha acabou por recair na introdução de kanbans associados às paletes de produtos intermédios selecionados no início do projeto. Foram feitas alterações no setor ao nível do layout e processos assim

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios como foi dada formação a todos os colaboradores que se consideraram fundamentais no fluxo dos kanbans de forma a que o sistema pudesse funcionar de forma eficiente. Após a introdução do sistema foi feita uma análise diária ao fluxo dos kanbans e do WIP presente até ao fim da estadia na empresa.

1.6 Estrutura da dissertação

No capítulo 2 é feita uma breve revisão do estado da arte das matérias consideradas relevantes no desenvolvimento do projeto.

No capítulo 3 é feita uma análise da situação inicial não só dos produtos intermédios em foco no projeto como também do processo de produção destes e do setor responsável pelo seu fabrico.

O capítulo 4 contém o desenvolvimento da proposta apresentada e as suas características, bem como a sua implementação, funcionamento e resultados obtidos. São ainda expostos outros projetos desenvolvidos durante a estadia na empresa que não foram considerados relevantes no projeto principal, mas cuja menção foi considerada oportuna.

Finalmente, no capítulo 5 são feitas algumas conclusões sobre o trabalho desenvolvido e uma análise a possíveis trabalhos futuros.

2 Enquadramento teórico

2.1 Origem do TPS - Toyota Production System

A crise do petróleo em 1973 afetou a sociedade e o mundo em geral. Em 1974 a economia japonesa apresentava bastantes problemas e um crescimento nulo. No entanto, na Toyota Motor Company a competitividade relativamente às outras empresas manteve-se, mantendo-se também o seu crescimento, o que levou as pessoas a olhar mais atentamente para o que acontecia na Toyota. Quando a situação económica começou a deteriorar-se tornou-se bastante óbvio que uma empresa não poderia ser lucrativa segundo um sistema convencional de produção em massa.

Os EUA baixaram durante décadas os custos produzindo em massa uma menor variedade de carros (Ohno 1988). O problema estava em conseguir reduzir custos ao mesmo tempo que se produzia pequenas quantidades de vários tipos de carros. Tal levou ao afastamento do modelo tradicional americano para um de origem japonesa que iria ser conhecido por Toyota Production System, tendo em Taichii Ohno (1912-1990) um dos seus mais importantes criadores.

“Durante períodos de grande crescimento económico, qualquer um pode reduzir custos através de uma produção elevada. Mas hoje, numa era de baixo crescimento, todas as formas de redução de custos são difíceis de atingir.

“É necessário um sistema de gestão total no qual as capacidades humanas são aproveitadas ao máximo e as instalações e maquinaria da mesma forma, efetuando um trabalho com uma eliminação de desperdício absoluta.” Taichii Ohno

Ohno junta-se à Toyota em 1932, entrando na produção de automóveis apenas em 1943, após o fim da produção de teares mecânicos. Após analisar os métodos de produção ocidentais afirmou que estes tinham duas falhas principais: a produção em grandes lotes que resultava em maiores custos de armazenamento e grande número de defeitos; e a incapacidade de oferecer uma maior diversidade de produtos (Holweg 2007). De uma forma geral a mentalidade era “conseguindo-se produzir, consegue-se vender”, estando o foco das empresas na quantidade. Mas numa era de crescimento reduzido, um sistema de produção em massa que busque sempre aumentar o tamanho dos lotes não é prático, não só derivado dos inúmeros desperdícios consequentes, mas também da incompatibilidade com as necessidades do mercado.

A eliminação absoluta do desperdício é o grande objetivo do TPS, sendo reconhecidos dois pilares:

- *Just in Time*
- *Autonomation*

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios

O TPS nunca foi tratado como uma “arma-secreta”, mas manteve-se durante muitos anos despercebido para o resto do mundo, devido à falta de documentação e de interesse por parte do exterior, interesse esse que surgiria sobretudo aquando da crise de 1973. A publicação do livro “The Machine that Changed the World” em 1990 é tida como o ponto de expansão destes conhecimentos para o resto do mundo e dos primeiros sucessos fora do Japão (Holweg 2007). Foi também a partir deste momento que se começou a utilizar o termo “Lean Production”, e se começou a expansão destas práticas para outros setores produtivos e de prestação de serviços.

2.1.1 JIT - Just in Time

A definição de Just-in-time é “ter o necessário na quantidade, no momento e no lugar certo”. Ohno afirma que a ideia surgiu de Kiichiro Toyoda (1894-1952), filho do fundador *Sakichi Toyoda* (1867-1930) e responsável pelo início da produção automóvel na empresa do pai, que afirmou que “numa indústria como a automóvel, a melhor maneira de trabalhar seria tendo todos os componentes para montagem junto da linha mesmo a tempo do seu uso” (Holweg 2007). Numa linha de montagem de um carro tal significa que um componente deve chegar ao local onde é necessário apenas no momento em que é preciso e na quantidade exata para o trabalho. Se esta situação for assegurada irá resultar em inventário cada vez mais próximo de zero. No entanto, se o produto em questão necessitar de muitos componentes e consequentemente tiver muitas etapas, a aplicação do *Just-in-time* torna-se mais complicada. O conceito torna-se impraticável se houver previsões que não correspondam à realidade, erros burocráticos, presença de defeitos ou avarias e respetivas correções e variações no desempenho dos trabalhadores. Ignoradas essas situações, incorre-se no fabrico de produtos defeituosos, que resultam em tempo perdido em reparações, em paragens na linha, numa maior necessidade de material e num desequilíbrio entre processos.

Ohno viu que para satisfazer os requisitos do JIT, no qual cada processo recebe material na quantidade necessária e no tempo certo, o método convencional de “empurrar” material do processo anterior para o próximo não iria funcionar corretamente. Para este sistema funcionar, era necessário trabalhar em pequenos lotes, algo considerado pouco económico pela filosofia tradicional. Foi preciso modificar as máquinas e o seu modo de ajuste entre trabalhos de forma a produzir uma variedade crescente de produtos em quantidades menores. A redução do tempo de troca de ferramenta foi inclusive desenvolvida por Shigeo Shingo, que foi contratado como consultor externo em 1955 e deu origem à análise SMED. Como resultado, a Toyota conseguia produzir uma variedade considerável de automóveis em volumes comparativamente menores e preços competitivos, desafiando os métodos tradicionais de produção em massa (Holweg 2007).

“Um homem de negócios pode assustar-se com a ideia de não ser capaz de sobreviver nesta sociedade competitiva a não ser que tenha disponível matéria-prima, material em produção e produtos acabados.

O que eu acho é que a indústria moderna deve-se afastar desta filosofia. Não podemos manter-nos neste estado de tribo de agricultores. Temos de nos tornar uma tribo de caçadores e encorajar a procura de apenas aquilo que necessitamos, quando e na quantidade necessária. Não o devemos chamar de coragem. Acho que isso devia ser o senso comum da sociedade industrial moderna.” Taichii Ohno

No sistema tradicional, os processos anteriores continuavam a fornecer material para os posteriores, independentemente do estado destes, o que originava acumulação de material em stock, necessidade de maior espaço, tempo perdido à procura ou na recolha de material, que são alguns desperdícios referidos muitas vezes por *Ohno*. Como consequência, parte do tempo

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios de trabalho dos operários era gasto em tarefas que não acrescentavam valor ao produto. Havia a necessidade de eliminar esse desperdício, e como tal, o fluxo de material teria de ser redefinido de forma a reduzir esta acumulação de material.

O que começou por alterar no modo como funcionava a produção foi a maneira como se observava esta, começando pelo processo final e depois os seus antecessores. Onde se via um processo A fornecer material para o processo B, que posteriormente forneceria para o C e assim continuando, *Ohno* viu o fluxo de material a proceder no sentido inverso: o processo final a ir ao anterior buscar material quando e quanto fosse necessário, esse anterior a repor o material consumido indo buscar ao anterior, e assim sucessivamente.

Verificava-se existência de armazenamento de material desnecessário consequente da vontade de produzir ao máximo e/ou manter os operários ocupados, um desequilíbrio derivado do “empurrar” material até ao último estágio do processo de fabrico.

No método visionado por *Ohno*, o fluxo de material não é definido pela capacidade produtiva das etapas anteriores, mas sim pelo consumo das posteriores. Neste caso o material diz-se “puxado” ao invés de “empurrado”. Estes dois termos caracterizam dois tipos de sistemas denominados por *Push* e *Pull*, literalmente traduzidos para “puxar” e “empurrar”, termos utilizados para descrever a forma como a produção é iniciada em sistemas produtivos, ou seja, a maneira como se dá o fluxo de material e informação.

No chamado sistema *Push*, pois o que acontece é que o material é “empurrado” desde o início do processo até à conclusão do produto final, que será então consumido quando existir necessidade, no caso de estarmos a falar de um produto intermédio, ou procura, no caso de produto final. O material avança independentemente da situação do processo seguinte, existindo, portanto, um sentido inverso no que diz respeito ao fluxo de informação. Existindo um bom planeamento e capacidade das máquinas seguirem esse planeamento, o sistema funciona de forma eficaz. Mas aquando da falha de um processo toda a produção ressentirá essa falha devido à falta de material.

As desvantagens deste método estão relacionadas principalmente com os custos associados a uma possível sobreprodução (ou subprodução). Tratam-se de custos de armazenamento e de posse no primeiro caso, e perda de oportunidade no segundo.

Já o outro método, *Pull*, funciona de certa forma ao contrário, na medida em que a produção apenas é desencadeada pelo consumo, pela necessidade. É chamado de *Pull*, ou seja, “puxar”,

Os sistemas *Pull* são bons para fazer a ligação entre processos que não possuem um fluxo contínuo entre eles, mas será insensato, e pouco prático, ter presente todo o tipo de produtos existentes num sistema assim. Os produtos mais adequados são os que apresentam maiores níveis de consumo, os que apresentem um tempo de vida curto e aqueles que são pedidos especiais (peças únicas) (Rother et al. 2003). Pode ser observado na figura 5 uma comparação entre os dois sistemas.

Um sistema *pull*, que funciona numa filosofia JIT, pode ser descrito como um sistema de produção sem planeamento, sem *Schedule*, pois o que ele faz é um controlo automático da produção, com instruções exatas aos processos a montante e sem necessidade de previsões. O consumo a jusante ditará a produção, será ele a definir quando existe necessidade e em que quantidade.



Figura 5 – *Push* vs. *Pull* (adaptado de: <http://www.speedboard.co.uk/blog/6-benefits-kanban-system/>)

Um bom exemplo de um sistema *Pull* muito conhecido é o das máquinas de venda automática, como a representada na figura 6, no qual são aplicados os conceitos referidos. O consumidor retira o produto desejado na quantidade desejada e quando desejado, que por sua vez deixa um espaço vazio na linha. Quando um responsável pela máquina proceder ao reabastecimento desta, este irá apenas reabastecer os espaços vazios. Tal como foi dito atrás, o consumo a jusante num sistema *pull* dita o que é necessário e em que quantidade.



Figura 6 - Máquina de venda automática, um exemplo de Sistema *Pull*

Contudo, a menor robustez dos sistemas *Pull* devido à não-existência de *stocks* é uma das desvantagens apontadas.

2.1.2 Autonomation (Jidoka)

Aquele que é considerado o outro pilar do TPS, a “*autonomation*”, baseava-se na aquisição por parte da máquina da capacidade de responder a situações anormais, evitando, mais uma vez, os desperdícios associados. Originado pelo fundador da Toyota, *Sakichi Toyota*, o primeiro caso em que se observou esta característica foi num tear mecânico produzido pela Toyota que aquando de uma falha/avaria, este sinalizava-a. (Ohno 1988)

Esta “*inteligência humana*” dada às máquinas retira da produção a necessidade da presença constante de um trabalhador, reduzindo a força de trabalho e custos associados, ficando os seus serviços relacionados com o mecanismo apenas necessários aquando da paragem

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios automática da máquina, que é como quem diz, da presença de situações anómalas. Para além disso, dá-se também uma melhoria na eficiência produtiva, uma vez que se evita a produção de muitos produtos defeituosos que, sem esta característica, acabariam por ser produzidos até existir algum tipo de intervenção humana.

No modelo tradicional americano cada operador estava associado a um e apenas um processo ou máquina, levando à necessidade de mais pessoal e produção em massa para cobrir os custos. Foi graças à cultura japonesa e à vontade de eliminar desperdício que as coisas começaram a mudar: menos operadores por máquina e uma maior polivalência de cada um, dando uma maior robustez ao processo e capacidade de compreensão e resolução de problemas. Estas e outras características referidas estão esquematizadas na figura 7.

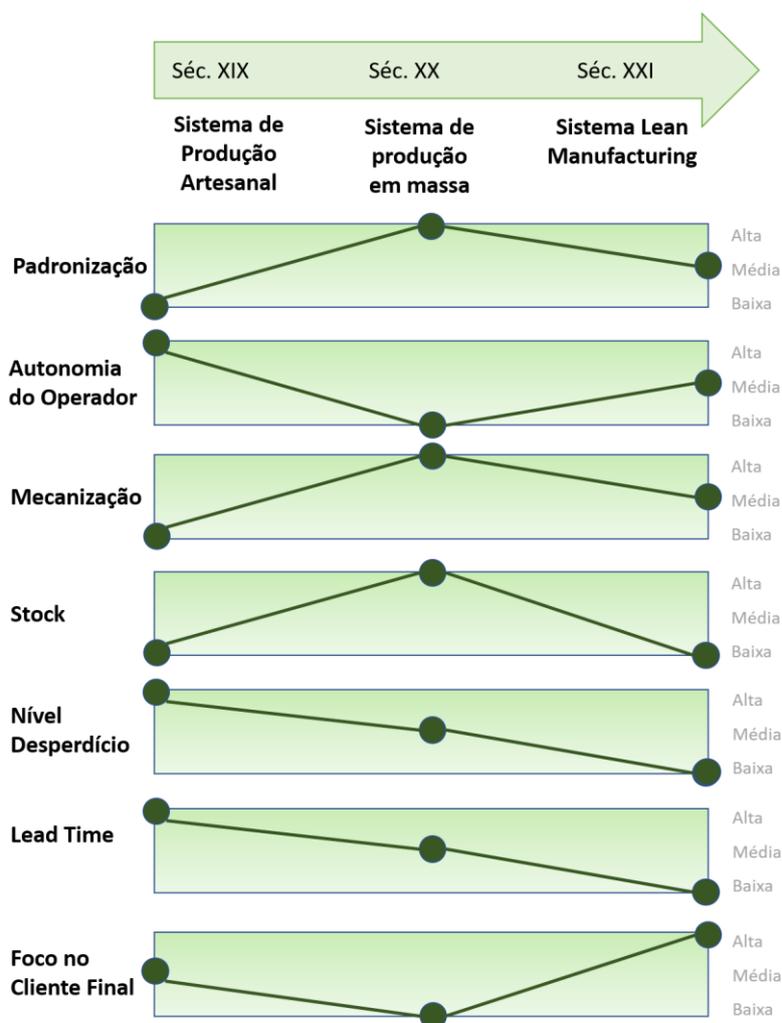


Figura 7 - Evolução dos sistemas de produção. Adaptado da figura 2 de “Introdução: do sistema de produção artesanal ao Lean Manufacturing” (Rodrigues 2014)

2.2 TPS e o Desperdício

“Tudo o que fazemos é olhar para a linha do tempo, do momento em que o cliente nos faz um pedido até quando recebemos o pagamento. E estamos a reduzir este tempo removendo os desperdícios.” Taiichi Ohno

As empresas japonesas continuaram a crescer e a apresentar resultados positivos, o que chamou a atenção do resto do mundo para o sistema de produção utilizado. Esse sistema era composto por métodos criados ou desenvolvidos pelos japoneses, como o 5S, 5 porquês, *Jidoka*, Kanban, SMED e TPM, mas também por outros de origem ocidental como o estudo do *layout* para linhas de produção, gráficos de controlo, técnicas de medição, métodos de

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios planeamento, entre outros. Contudo, a chave para o sucesso do TPS assenta na cultura japonesa, sendo de destacar dois aspetos fundamentais:

- Desperdício (*muda*) – elevada importância dada à sua eliminação, resultante dos aspetos culturais e históricos do Japão (dificuldades e carências resultantes da Segunda Guerra Mundial)
- Liderança e compromisso – ligados ao respeito e disciplina, exemplares na cultura japonesa.

O seu sucesso permitiu à Toyota ter um crescimento sustentado, tornando-se numa das maiores empresas do ramo automóvel, o que levou inúmeras empresas a adotarem as mesmas estratégias ao longo dos anos.

Atualmente, o Lean é um dos mais populares sistemas para aumento de competitividade em companhias de Logística e Manufatura nas últimas décadas. (Coimbra 2013)

As metodologias Lean visam a otimização de fluxos produtivos através da eliminação de desperdício, aumento da eficiência e produtividade. Eliminando ou reduzindo o desperdício, o tempo é melhor aproveitado e a eficiência superior. Engloba medidas que vão desde a automatização para atividades repetitivas até aplicação de métricas de avaliação e melhoria contínua, não descurando a importância da interação humana, pronta para imprevistos, resolução de problemas e, claro, possuindo uma visão crítica e conhecedora dos processos em questão, ferramentas indispensáveis no dia-a-dia de uma fábrica.

Tal sistema tinha como alvo a redução dos **sete grandes desperdícios** (Ohno 1988) por forma a valorizar cada vez mais o produto final e atingir a qualidade total. Esses desperdícios são explicitados na tabela 1.

A estes sete pode-se ainda adicionar um oitavo: Não aproveitamento do talento/criatividade. Por vezes a busca pela eliminação do desperdício deixa de parte um dos princípios principais da filosofia Lean: o respeito pelas pessoas. Acontece quando as empresas não aproveitam tanto quanto podem as potencialidades dos seus associados, o que pode levar ao descontentamento por parte destes, fazendo-os sentir desvalorizados e desmotivados no seu trabalho. A identificação de desperdícios ou solução para eliminar estes podem muitas vezes partir dos próprios funcionários, que trabalham diretamente com os processos, e como tal, têm uma visão diferente de tudo o que acontece na linha de produção. (Pereira 2009)

De salientar que melhorias só compensam quando estiverem associadas a redução de custos. O objetivo é produzir apenas o necessário com o mínimo de esforço (Ohno 1988).

2.3 Sistema de Kanbans

Foi perante a necessidade de interligar os processos com um sinal claro do que é preciso e em que quantidade, que nasceu o kanban, um “cartão” que iria circular entre os processos e garantir um controlo da produção, uma ferramenta utilizada para operar o sistema.

Criado por Ohno, o Sistema Kanban surgiu com base na observação dos supermercados americanos, e na vontade de interligar o seu funcionamento com o sistema JIT, até porque um supermercado é um lugar onde um cliente pode encontrar os produtos que deseja quando quiser e na quantidade que precisar. A ideia que surgiu a Ohno foi a possibilidade de o supermercado ser o primeiro processo na linha de produção, ao qual a etapa posterior (cliente) iria retirar aquilo que precisasse, que seria repostado na mesma quantidade (Holweg 2007).

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios
Tabela 1 - Os sete tipos de desperdícios (Pereira 2009)

Tipo de Desperdício	Descrição	Exemplos de Origens
Espera	Tempo de espera de material, pessoas, informação, reparação de avarias, entre outros, durante o qual não é adicionado valor ao produto. Por exemplo, se uma linha de montagem estiver 5 minutos parada à espera de matéria-prima, isso resulta em 5xT minutos de tempo de trabalho desperdiçado (sendo T o nº de operadores). Além do mais pode resultar na frustração do cliente.	<ul style="list-style-type: none"> -Mau planeamento da produção -Balanceamento deficiente da linha -Arranque demorado -Avarias -Problemas de qualidade em processos anteriores
Defeito	Não-conformidade presente no produto, que pode resultar em tempo perdido em reparações, material desperdiçado, ou, pior ainda, na perda de clientes.	<ul style="list-style-type: none"> -Falta de controlo no processo -Mau planeamento de manutenção -Falta de formação dos trabalhadores
Transporte	Ocorre sempre que se movimenta material pela produção. Apesar de existirem sempre alguns transportes que não podem ser evitados, nenhum destes acrescenta valor ao produto, e como tal, todos devem ser analisados a fundo de forma a determinar quais os essenciais. Resulta em custos de combustível e tempo perdido, sem esquecer a possibilidade de danificar material.	<ul style="list-style-type: none"> -Mau desenho do layout da fábrica -Mau fluxo do material -Grandes lotes de produção e áreas de armazenamento
Movimentação	Não deve ser confundido com o transporte. Trata-se de qualquer movimento do operário que não acrescenta valor ao produto, para buscar ferramentas, informações, folhas à impressora, etc. As pessoas desperdiçam o seu tempo, apresentam maior cansaço, possibilidade de lesões e um menor tempo útil.	<ul style="list-style-type: none"> -Baixa eficiência dos operadores -Maus standards de trabalho -Layout incorreto -Falta de limpeza e organização
Excesso de stock	Trata-se de um desperdício difícil de eliminar na totalidade, porque para produzir existe sempre a necessidade de inventário. Resulta em custos desnecessários, menor espaço disponível, deterioração de material e esconde problemas.	<ul style="list-style-type: none"> -Produtos complexos -Má previsão da procura e planeamento -Desconfiança nos fornecedores -Má comunicação -Mentalidade <i>Just in case</i>
Sobreprodução	Resultado de má previsão da procura ou de produção antes do necessário. Muitas vezes crê-se que compensa produzir grandes lotes e armazenar até que o cliente encomende. Resulta em custos de stock, espaço e oportunidade. Trata-se de um dos desperdícios mais importantes, na medida em que pode esconder todos os referidos anteriormente.	<ul style="list-style-type: none"> -Mau planeamento da produção -Lógica <i>Just in case</i>
Sobre-processamento	Etapas do processo produtivo que não acrescentam valor ao produto e são desnecessárias, que fogem às exigências do cliente. Todas as etapas devem ser bem analisadas e descobrir meio de eliminar as inúteis ou combinar etapas.	<ul style="list-style-type: none"> -Má comunicação -Aprovação desnecessária de supervisores -Pouco esclarecimento dos requisitos do produto

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermediários
 O sistema de kanbans é uma ferramenta para a estratégia JIT, melhorando a produtividade e reduzindo o desperdício. O sistema de kanbans requer produção só quando existir procura, ou seja, conforme existir consumo por parte do cliente, indicando quando um produto é necessário e em que quantidade, sendo portanto um sistema *Pull*. É de uma utilização bem desenvolvida no Japão, uma vez que foi lá que nasceu, pela mão da Toyota enquanto tentava evitar sobreprodução.

Num sistema de dois kanbans existem kanbans de transferência e kanbans de produção. Kanbans de transferência sinalizam a necessidade de uma determinada quantidade de peças a um ponto abastecedor, enquanto os Kanbans de produção são utilizados para sinalizar a produção do que foi retirado pelo processo seguinte, tal como pode ser observado na figura 8. Ambos os tipos de kanbans estão sempre associados a um contentor contendo peças no seu interior. Quando esses componentes começam a ser utilizados o Kanban de transferência é retirado, sendo posteriormente levado e colocado no supermercado, no contentor para o mesmo componente. Ao mesmo tempo, o Kanban de Produção é removido desse contentor e torna-se num sinal para produção, um pedido ao processo anterior por aquele componente. As atividades da linha ficam ligadas como uma corrente ao processo anterior e materializam a produção JIT no processo completo, como pode ser observado na figura 9. (Sugimori et al. 1977)

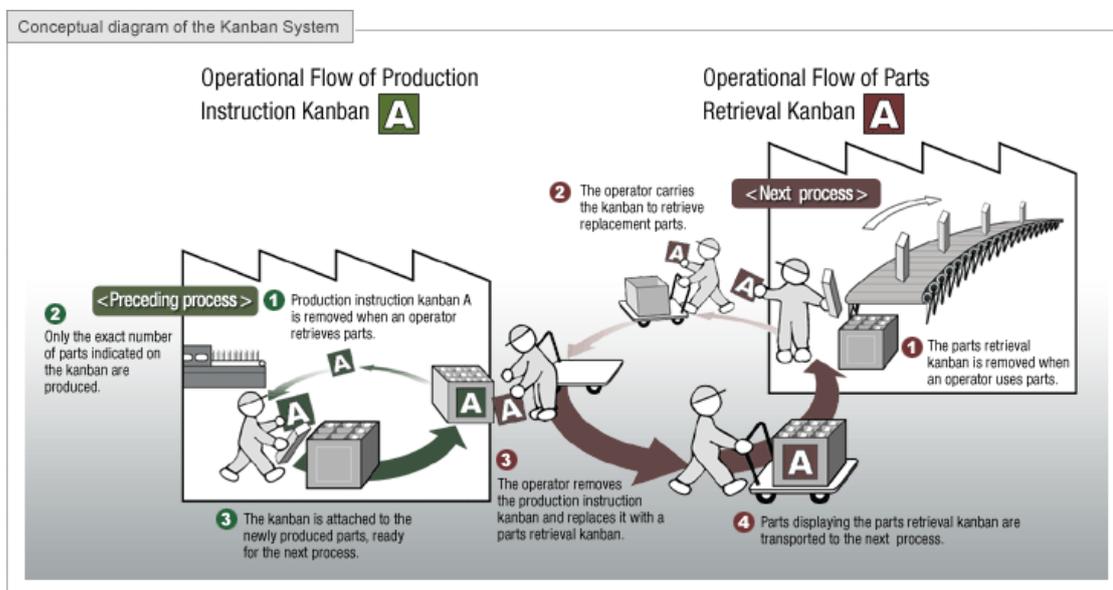


Figura 8 - Sistema Pull com kanbans de produção e kanbans de transferência (retirada de: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html)

A palavra Kanban significa “registro visível” ou “parte visível”, geralmente sendo entendida como um sinal. Na produção esse sinal é frequentemente representado por um cartão, uma outra possível tradução de Kanban, podendo também ser um contentor no caso de componentes de pequena dimensão (parafusos por exemplo). Sinal esse que apenas é enviado quando o cliente do supermercado retira algo.

A equação que permite calcular o número de Kanbans num sistema usada pela Toyota (Sugimori et al. 1977) é:

$$y = \frac{D(T\omega + Tp)(1 + \alpha)}{a} \quad (2.1)$$

Onde:

y = Número de Kanbans

D = Procura por unidade de tempo

T_w = Tempo de espera do Kanban

T_p = Tempo de processamento (produção)

a = Capacidade do contentor (não mais do que 10% das necessidades diárias)

α = Policy variable (não mais do que 10%)

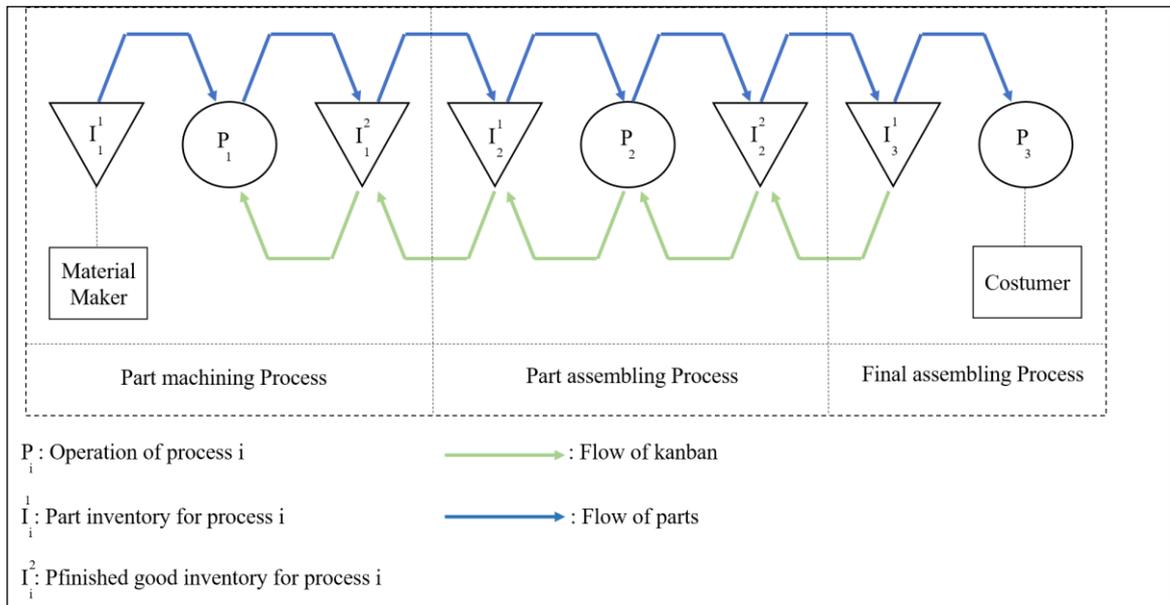


Figura 9 - Fluxo de informação e kanbans. Inspirado na figura 2 de "Toyota production system and Kanban system. Materialization of just-in-time and respect-for human system" (Sugimori et al. 1977)

2.4 Ciclo PDCA

Uma ferramenta utilizada na implementação de medidas e/ou melhoria de sistemas é o ciclo PDCA – *Plan, Do, Check, Act*. Tem como função principal o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas, sendo muito útil na resolução de problemas e implementação de medidas que visam uma melhoria contínua.

Foi idealizado na década de 20 por Walter A. Shewarth (1891-1967), mas difundido pelo “guru” da qualidade William E. Deming (1900-1993), daí também ser conhecido como Ciclo de Deming.

Deming acreditava que o fato de muitas empresas se preocuparem mais com o presente do que com o futuro era a razão pela qual estas não produziam com qualidade. Defendia que 85% dos problemas relacionados com a qualidade dependiam da gestão da empresa, da iniciativa desta em identificar problemas no processo e introduzir alterações neste, enquanto os restantes 15% estavam nas mãos dos operadores. Por exemplo, os trabalhadores não podem ser responsabilizados pelos defeitos na produção se o processo utilizado tiver sido escolhido unicamente com base no tempo necessário sem olhar às consequências que isso pode trazer ao produto, consequência da busca de níveis de produtividade superiores. Outro exemplo é a má qualidade da matéria-prima resultante da vontade da empresa conseguir reduzir os custos com fornecedores. Em ambos os casos a solução passa pela gestão da empresa, pela alteração dos processos utilizados no primeiro e a procura de novos fornecedores ou acordos com os atuais no segundo (Kerzner 2013).

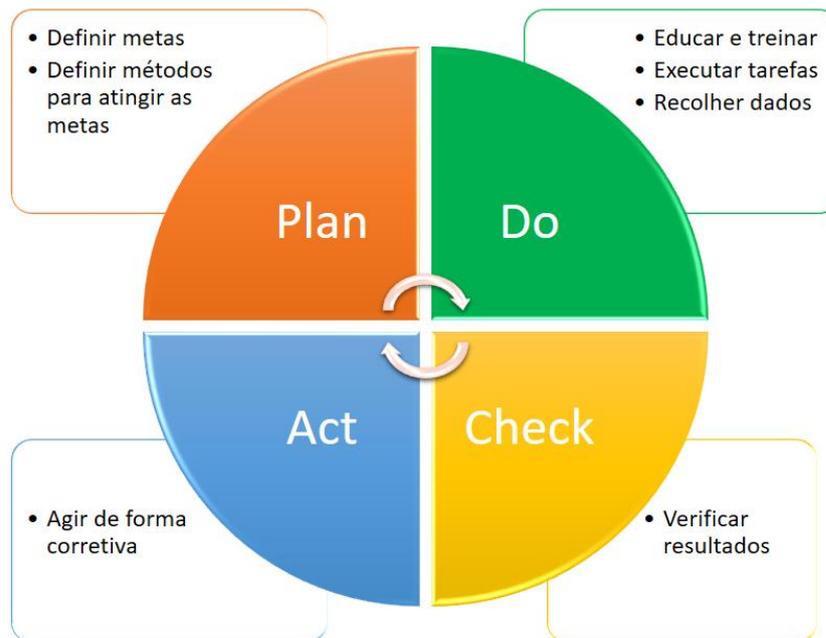


Figura 10 – Ciclo PDCA

Tal como o próprio nome indica, o ciclo PDCA mostrado na figura 10 está dividido em quatro etapas:

- *Plan* (planear) - estabelecer objetivos e meios para obter resultados de acordo com aquilo que for a vontade do cliente e as políticas da empresa. Engloba a identificação do problema, localização deste, o estabelecimento de metas a serem atingidas com o ciclo, análise do processo e elaboração de um plano de ação.
- *Do* (fazer) – implementação das ações estabelecidas no Plan, sendo todas registadas
- *Check* (controlar) – observação das alterações resultantes da fase anterior, comparação com o estado inicial e o resultado esperado, registo dos efeitos secundários e verificação da resolução (ou não) do problema inicial
- *Act* (agir) – fase responsável por tornar as alterações efetuadas em hábitos, procedimentos padrão, assim que estas tenham resultado satisfatórios. Se os objetivos forem atingidos o processo acaba nesta fase, sendo que pode recomeçar aquando do estabelecimento de novas metas. (Junior 2010)

3 A produção de produtos intermédios na Secção de Produção de Planos

3.1 Fabrico de memos

A produção na Bi-Silque foca-se sobretudo em memos, pequenos quadros com aro de madeira ou MDF onde é possível deixar uma nota/aviso escrito com um marcador, num papel preso com uns pionés ou um íman, ou quadros de aro de alumínio e de dimensões superiores, como por exemplo os quadros brancos das escolas. (ver figura 11, lado direito). Existem dois setores principais responsáveis pela produção e embalagem destes, o Setor Madeiras e o Setor Alumínios (também denominado Office).



Figura 11- Exemplo de dois Memos Magnéticos produzidos na Bi-Silque

Na produção de ambos há um fator em comum: a presença de um *plano*. Um plano pode ser definido como o componente central, no qual se fixa ou escreve informações. Na figura 11 pode-se ver à esquerda um Memo produzido no Setor das Madeiras, o qual pode ser dividido em três partes: os acessórios (imanes, marcador e apagador); o aro (estrutura retangular exterior, formada por quatro perfis); e o plano, o componente central. Do lado direito um quadro magnético de estrutura semelhante, mas produzido no setor dos Alumínios.

As linhas de Montagem do setor de alumínios e do setor de madeiras são abastecidas pelo setor de fabrico de planos, situado ao lado do Setor das Madeiras como pode ser visto na planta da fábrica (figura 12).

Existem aproximadamente 900 referências de planos neste setor, apresentando uma produção semanal média de 91273 unidades. Na figura 13 pode-se ver o gráfico de uma análise ABC à produção de planos durante o segundo semestre do ano passado (2016), que permitiu verificar a existência de alguns planos com um peso acentuado na produção. A título de exemplo, apenas 14 referências (que correspondem a 1,58% do total) são responsáveis por 50% da produção e 50 referências (5,64% do total) correspondem a 80%. Na tabela 2 é possível ver os valores apresentados pela referência que apresenta maior peso na produção, o plano de Cartão com Cortiça de 1 Lado 578x378mm, utilizado para Memos de Cortiça 60x40 cm.

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermedios



Figura 12 -Planta da Bi-Silque, com destaque para os setores relevantes na produção de memos.

Legenda:

- SM- Setor Madeiras
- SFP- Setor Fabrico de Planos
- SPM-Setor Perfis Madeira
- SA-Setor Alumínios
- SPA-Setor Perfis Alumínio
- Pr Mag- Prensas Magnéticas

Na Bi-Silque, tanto o aro como o plano são produzidos internamente, sendo que os aros de Madeira e MDF são obtidos pelo corte das tábuas em barras, sendo perfiladas de acordo com o perfil desejado e cortado na medida final, enquanto que os aros de alumínio são apenas cortados a partir das barras perfiladas já compradas com o formato desejado. Aros e planos juntam-se na montagem e passam para a fase de embalagem, na qual são introduzidos os acessórios, como se pode observar pelo esquema da figura 14. Um esquema mais aprofundado pode ser encontrado no Anexo A.

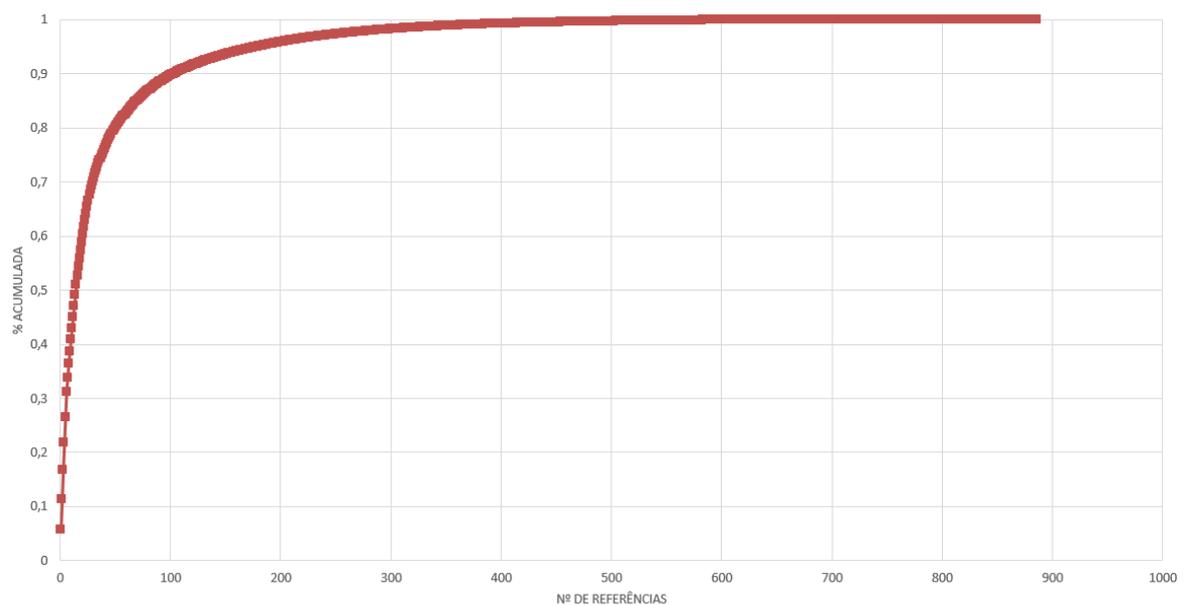


Figura 13 - Análise ABC às referências de planos existentes.

Referência	CCX0578.0378XXXXX-CR
Descrição	Cartão + Cortiça de 1 Lado 578x378mm
Produção Semanal Média	5244 planos (correspondente a 5,7% do total)
Quantidade por palete	500 planos

Enquanto a produção de perfis para aros está dividida em dois setores (setor das madeiras e setor dos alumínio), a produção de planos está concentrada em apenas um setor, o de produção de Planos que produz para toda a empresa.

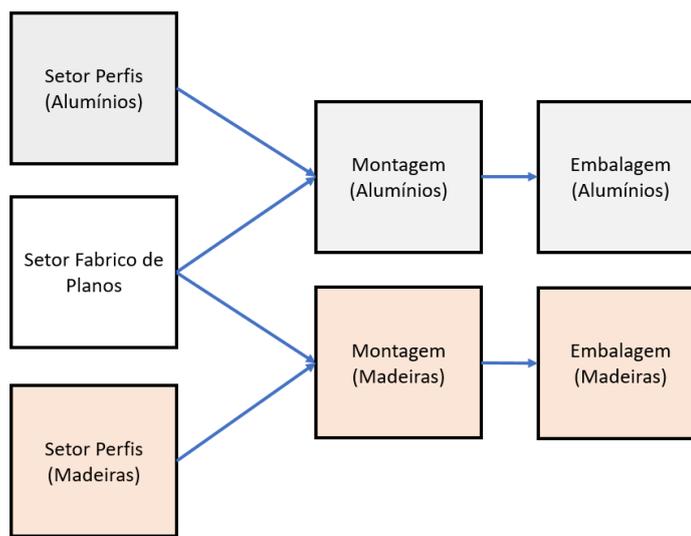


Figura 14 - Fluxo de material na produção de planos

3.2 Produção de produtos intermédios

Para caracterizar um plano é preciso identificar:

1. Núcleo do plano - componente central correspondente à maior parte do volume do plano. Os materiais mais utilizados são SoftBoard (SB), cartão e MDF (medium density fiber). A Castanho ao centro na figura 15.
2. Revestimentos Superior e Inferior – componentes colados nas superfícies superior e inferior do núcleo. Como revestimento pode-se encontrar materiais como por exemplo cortiça, folha metalizada (usualmente referida dentro da fábrica como “prata”), alcatifa ou tecidos de várias cores.
3. Dimensão
4. Espessura

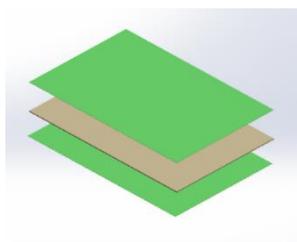


Figura 15 - Esquema da composição de um plano. O núcleo ao centro a castanho e os revestimentos a verde.

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios
O processo de produção de planos é bastante complexo quando comparado com outros produtos intermédios associados. Tal é devido ao fato de um simples plano ter de, em vários casos, passar por três etapas distintas: Calibração, Colagem e Corte.

- Calibração

Processo característico de todos os planos com núcleo de SB. Os planos quando comprados pela empresa têm uma espessura diferente da utilizada na produção dos quadros, daí haver a necessidade de lixar as faces dos planos de forma a ficarem com a espessura especificada e, além disso, uma superfície mais lisa que favorece o processo de colagem posterior. O material chega à calibradora em paletes por via dos empilhadores e sistema de tapetes de rolos. Após serem calibrados e empilhados à saída numa paleta, essa mesma paleta é colocada em tapetes de rolos, como se pode ver na figura 16, ficando armazenada e à espera para a próxima etapa.



Figura 16- Saída da Calibradora. As paletes são movimentadas nos tapetes de rolos, seja a retirar do armazém para alimentar a Calibradora, seja a armazenar para a etapa seguinte.

- Colagem

Nesta etapa existem duas prensas, Prensa 1 e Prensa 2, cuja função é colar um revestimento numa das faces do plano ou mesmo nas duas, passando pelas seguintes etapas:

1. Aplicação de uma camada de cola numa ou nas duas faces do núcleo
2. Aplicação de uma folha de revestimento sobre a face com cola
3. Aplicação de pressão no plano através de uma prensa hidráulica

Depois de colados e colocados em paletes, os planos seguem para uma cura de 5h no armazém de planos (secção planos colados) ou para tapetes de rolos colocados ao pé das máquinas de corte se estes forem para cortar logo após a cura. Para melhor compreensão deste espaço pode ser observado na figura 17 uma planta do setor dos planos.

Os produtos resultantes deste processo são denominados **Intermédios de Colagem**, identificados pelas siglas CC.

Tabela 3- Caracterização das Prensas do Setor dos Planos

	PRN1 - Prensa 1 (Manual)	PRN2 - Prensa 2 (Automática)
Núcleo	Cartão, SB	Exclusivamente SB
Revestimento	Cortiça	Prata, Cortiça, Papel, Tecido, Alcatifa
Origem do Núcleo	Armazém de Matéria-Prima	Tapete de rolos, saído da calibradora
Aplicação do Revestimento	Manual	Automática

- Corte

Fase na qual os Intermédios de Colagem são cortados na medida final para posterior montagem, tornando-se, portanto, em Intermédios de Corte (CR). O corte pode ser meramente um aparo do intermédio de colagem (como por exemplo o corte de um intermédio CC de medida 900x600mm para um CR de 878x578mm) ou mesmo uma divisão do plano em 2 ou 4 peças, tal como pode ser observado na figura 18, o caso da transformação de um intermédio de Colagem em dois intermédios de Corte, sendo um dos casos mais comuns observado na produção de planos, pois trata-se do plano referido na tabela 2.

No entanto, apesar de todos os intermédios de colagem terem de passar pelo processo de corte, não é obrigatório que todos os produtos presentes nas máquinas de corte sejam intermédios de colagem, pois também são cortados os materiais que, após a compra por parte da empresa já com a espessura e o tipo de superfície desejada, apenas precisam de ser cortados na medida final. Trata-se, portanto, de casos de intermédios CR originados diretamente de matéria-prima como MDF e aglomerado.

Na tabela 4 estão apresentadas todas as máquinas de corte utilizadas para o corte de planos.

Tabela 4- Características das máquinas de corte no Setor dos Planos

	Material (núcleo)	Dimensões
ALT1 - Altendorf	Qualquer tipo de material	Dimensões mais reduzidas
CEQ -Celaschi Pequena	SB e Cartão	Dimensões inferiores a 1200mm (ex: 875x575, 575x375)
CEQ TSA – Celaschi Grande	SB	Dimensões superiores a 1200mm (ex: 1175x875, 1775x1175)
Gabbiani	MDF e Aglomerado	Dimensões várias
Giben	Qualquer tipo de material	Dimensões várias

Nota: de reparar que algumas máquinas desta etapa são também utilizadas para corte de material que não planos cortados, como é o caso de cartão como núcleo para colar nas prensas, acrílico para vitrinas ou esferovite para embalamento.

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermeádios

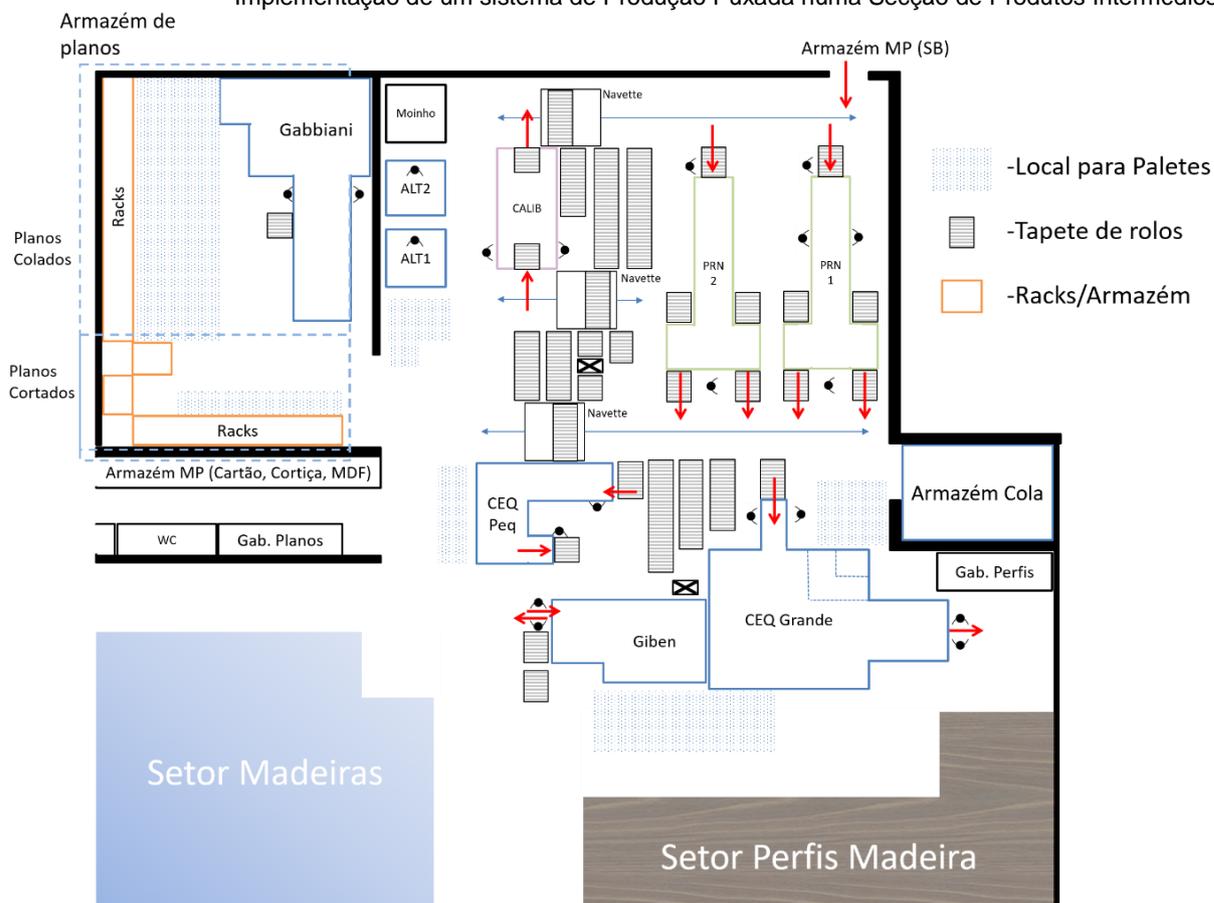


Figura 17 - Planta do setor de fabrico de planos e setores vizinhos (Madeiras e Perfis Madeira). Detalhe da planta geral no anexo B.

Encontra-se em anexo (Anexo C) um esquema que mostra todos os passos da produção de memos com núcleo de cartão como o caso da figura 18.

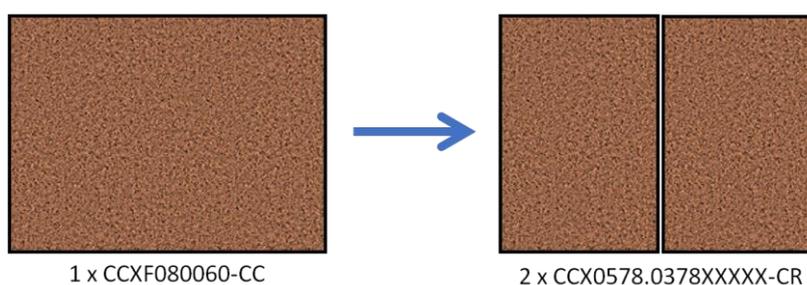


Figura 18 - Exemplo do resultado do corte de um intermeádio CC Cartão+Cortiça 1 Lado 800x600 mm em 2 intermeádios CR Cartão+Cortiça 578x378 mm.

Verifica-se que vários planos percorrem vários percursos diferentes. Alguns precisam de passar pelas três etapas, outros apenas pela colagem e corte enquanto outros apenas precisam de ser cortados, como apresentado na Figura 19.

A etapa posterior ao corte poderá ser a montagem, colagem de chapa magnética (caso de memos com superfície magnética) ou, o mais comum, armazenamento.

Não será errado afirmar que o setor dos planos é um dos mais importantes da produção, sendo o seu correto funcionamento fundamental para a agitada vida diária desta empresa. Olhando para o processo de produção de um plano é visível que o planeamento e gestão do tempo são pontos que se deve ter em grande consideração para não ocorrerem problemas na produção como ruturas de *stock* ou sobreprodução, que pode resultar em defeitos nos planos, pois estes depois têm de ser armazenados, movimentados mais do que o necessário e podem

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermediários simplesmente ser expostos a condições que os deixem inutilizáveis (humidade, peso excessivo, etc).

A estratégia inicial da produção na Bi-Silque seria uma produção *Make-to-Order* (MTO), produzir apenas para encomendas de clientes, mas com o crescimento da empresa os responsáveis pela produção tomaram a decisão de alterar a filosofia para *Make-to-Stock* (MTS) em setores como o de fabrico de planos, produção para armazém sem conhecimento das reais necessidades dos clientes, mas garantindo a existência de planos em armazém e reduzindo o risco de paragem da produção por falta de material nas linhas de montagem.

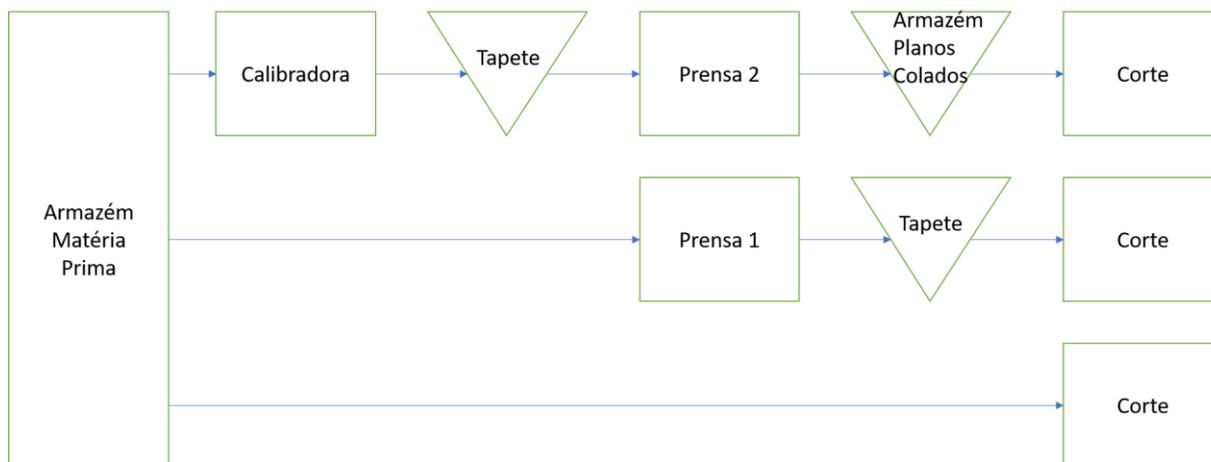


Figura 19- Possíveis fluxos de material existentes no setor de fabrico de planos desde o armazém de matéria-prima até ao processo de corte.

3.3 Planeamento da produção

O planeamento da produção semanal dos setores Madeiras e Alumínios guia-se da seguinte forma, como pode ser visto na figura 20: a produção recebe à segunda-feira as encomendas, que deverão ser concluídas até ao final da semana, começando a produzir para essas mesmas encomendas de acordo com o trabalho que estiver adiantado, ou seja, os intermédios que estiverem disponíveis em armazém. Caso não tenha produtos intermédios disponíveis são lançadas ordens de produção para colmatar essas faltas. As falhas podem ser devidas a uma encomenda de volume superior ao esperado, produtos especiais ou simplesmente falhas da produção. Este processo permanece neste estado até quarta-feira.

Para os últimos dois dias de produção é esperado que existam produtos intermédios suficientes para que as encomendas sejam concluídas (montar e embalar) e despachadas. Nestes últimos dois dias a produção de planos trabalha meramente para armazém, para a criação de um “balão de oxigénio” para a semana seguinte e conseguir garantir que os processos seguintes não sofrerão por falta de material. No entanto, esta produção MTS é assumidamente feita com base empírica de anos anteriores, uma vez que as encomendas só são conhecidas na segunda-feira seguinte. As máquinas são postas a trabalhar de acordo com o que provavelmente será o consumo na semana seguinte, uma filosofia que é um misto de prevenção (*Just in case*) com simplesmente manter as máquinas ocupadas. Verifica-se, portanto a existência de um sistema *Push* neste setor.

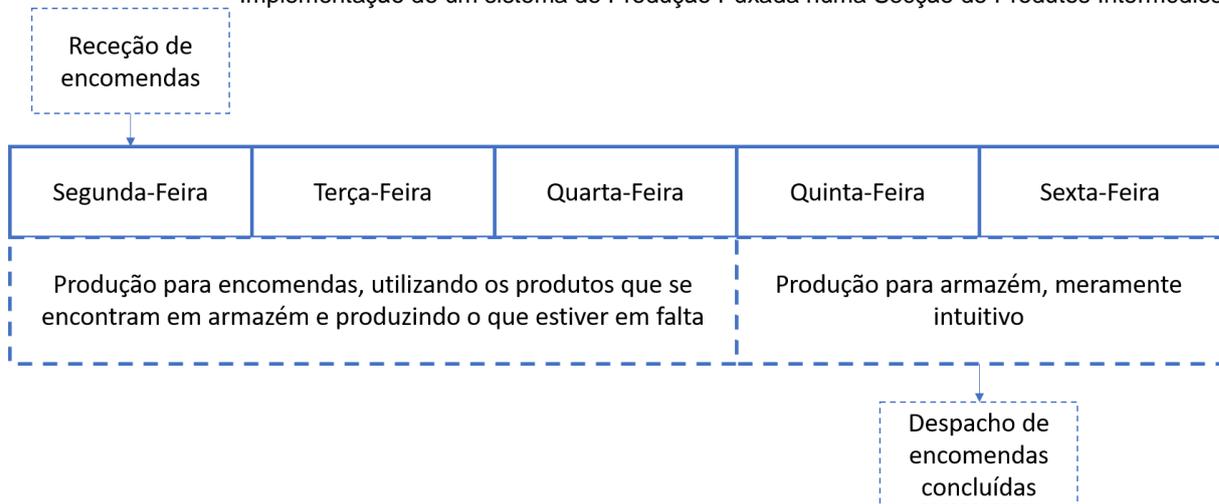


Figura 20 - Planeamento da produção semanal

Como resultado, o que se verifica é a existência de picos de produção que originam uma quantidade elevada de paletes de material para armazém e como tal, um nível de WIP elevado que agudiza um dos principais problemas não só deste setor como dos seus vizinhos: falta de espaço.

3.4 Principais desperdícios verificados no setor

Um dos principais locais para armazenamento de planos colados e cortados é o Armazém de planos, localizado junto do setor de fabrico de planos (ver figura 17). Este armazém está dividido em 2 partes principais, a de planos cortados e planos colados (entenda-se intermédios CR e CC, respetivamente), e pode ser observado na figura 21. A produção para *stock* necessita de espaço para guardar material e implica a movimentação de uma grande quantidade de paletes diariamente. Quando aquilo que foi produzido não corresponde àquilo que é necessário, dá-se a acumulação de material em armazém e criação de inúmeros desperdícios e problemas associados como:

- **Movimentação excessiva de material.** Por vezes o armazém tem os produtos intermédios desejados, mas o seu acesso encontra-se impedido devido à acumulação excessiva de material, obrigando os empilhadores a movimentar muitas paletes, o que leva a muito tempo perdido, põe material em risco de se danificar e pode impedir a movimentação de outros colaboradores. Ocorre sobretudo no armazém de planos, mas também junto das máquinas.
- **Impossibilidade de retirar material,** o que por vezes leva à produção de produtos já existentes em armazém. Trata-se de um caso semelhante ao anterior, mas em situações extremas. As paletes encontram-se inacessíveis e a decisão acaba por ser ordenar a produção de uma nova paleta do mesmo produto. A paleta já existente permanece em armazém e dificilmente estará em condições de ser utilizada quando finalmente for retirada, devido à deterioração com o tempo, impacto com outras paletes ou peso excessivo e contínuo sobre esta. É o caso de algumas paletes guardadas em armazém como se pode ver na figura 21, que se encontram atrás de duas filas de material, impossibilitando o seu acesso possivelmente desde há muito tempo e cujo destino tenderá com o tempo a ser o lixo.
- **Espaço ocupado por material produzido em excesso.** Também presente nos dois casos anteriores, há situações em que as paletes são colocadas pela fábrica, mas permanecem durante muito tempo intocáveis, acumulando-se monos pela fábrica que com o tempo se tornam impossíveis de utilizar (revestimento descolado ou danificado, planos defeituosos devido ao choque recorrente contra outros materiais). Perde-se

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios espaço útil e obriga-se os colaboradores a colocarem material cada vez mais longe do local de uso e, conseqüentemente, tempo perdido em transporte de material e máquinas em espera.



Figura 21 - Armazém de planos, com destaque para a parte dos planos colados.

Um dos objetivos principais deste projeto será a redução do nível de WIP, que terá como consequência a eliminação dos desperdícios enumerados anteriormente. A redução de WIP facilitaria o manuseio de material por parte dos empilhadores, reduzindo o tempo que demoram a retirar uma paleta do armazém a pedido tanto dos setores clientes deste como das máquinas de corte no caso de planos colados. No entanto a redução de WIP não deve comprometer a produção semanal, conseguindo garantir a existência de produtos intermédios (de corte e colagem) em quantidade suficiente para não haver ruturas de stock no setor das madeiras (montagem) e não comprometer os compromissos de entrega da empresa.

Numa fase anterior à implementação do sistema estimam-se os seguintes valores de quantidade média diária de paletes existentes em armazém e WIP máximo para as 10 referências CR de maior nível de consumo:

Tabela 5 - Valores registados numa fase anterior à implementação do sistema para as 10 referências CR consideradas mais relevantes.

	Paletes	Unidades	WIP máx (paletes)
CCX0378.0278XXXXX-CR	1	1381	5
CCX0578.0378XXXXX-CR	6	3063	19
CCX0878.0578XXXXX-CR	6	1587	16
CCC0378.0278XXXXX-CR	2	1556	4
CCC0578.0378XXXXX-CR	9	4452	16
CCC0878.0578XXXXX-CR	11	2671	21
MXX0577.0377BBXX3-CR	4	3234	9
SXP1175.0875XXXX1-CR	22	2217	53
SXP0875.0575XXXX1-CR	8	1610	22
SCK1175.0875XXXX8-CR	10	970	20
	TOTAL	TOTAL	
	79	22741	

Este período corresponde aos meses de fevereiro, março e abril (até dia 27, dia do início da implementação) de 2017. Durante este período foi produzido o equivalente a 1932 paletes para as referências mencionadas na tabela 5.

4 Implementação de um Sistema de Produção Puxada no fabrico de planos

A proposta para a redução do WIP e do lead time baseia-se na implementação de um sistema de Produção Puxada na secção de fabrico de planos que consiga garantir a existência de planos *just-in-time*, mais concretamente planos de SB calibrados, Intermédios de Colagem e Intermédios de Corte, os três tipos de intermédios existentes na produção de planos. Este sistema deverá ser feito com base nos níveis de utilização de intermédios de corte, fazendo com que a produção mantenha um nível controlado de material em armazém sem existência de picos de produção nem ruturas de *stock*.

O sistema deverá funcionar por kanbans que serão colocados nas paletes juntamente com as folhas de identificação já utilizadas (folha de identificação do departamento da Qualidade e folha de ordem de produção do gabinete de produção de planos). Esses kanbans terão por objetivo criar um limite de paletes existentes pela fábrica e originar a produção de novas paletes quando estas forem retiradas do respetivo armazém pelos colaboradores, ou seja, assim que o kanban for retirado da paleta.

O planeamento da produção continuará segundo o método atual (ver figura 20), mas, por exemplo, a produção nos dois últimos dias da semana estará limitada nos produtos selecionados para funcionarem com kanbans, conseguindo assim ter os produtos de maior saída já em armazém no início da próxima semana, garantia de que eles vão estar disponíveis durante toda a semana conforme forem sendo utilizados (por produção por ordem dos kanbans sem material) e abrindo espaço para a produção dos restantes produtos de menor volume de produção.

Com isto pretende-se reduzir o nível de WIP e reduzir o lead-time, para além das outras vantagens associadas como redução dos desperdícios associados (transporte, sobreprodução,...).

4.1 Seleção dos produtos intermédios

Em primeiro lugar foi feita uma análise ao consumo semanal de todas as referências existentes para intermédios de corte, de forma a perceber que produtos devem estar disponíveis com maior regularidade, quais aqueles que são necessários frequentemente.

Foram excluídas referências que, apresentando um volume elevado de consumo, esse mesmo consumo não se verificou todas as semanas em quantidades superiores a, no mínimo, uma paleta (ou seja, o lote de produção). Tal exclusão deve-se ao fato de não se desejar ter em armazém material pronto a utilizar, mas armazenado mais do que uma semana, ocupando espaço e tempo de produção de material de maior urgência. Foram assim selecionados os 10 produtos presentes na tabela 6. A quantidade de produtos foi decidida a par com os responsáveis pela produção, ficando inicialmente limitada a estes 10 produtos devido ao seu peso relativo no consumo semanal (aproximadamente 41%) e quantidade (4520 planos e 166 paletes de corte).

Tabela 6 - Níveis de consumo dos 10 principais intermédios de corte

Referência	Consumo médio (semanal)	% do total	Quantidade de planos por palete	Nº de paletes /semana
CCX0578.0378XXXXX-CR	5244	5,746	500	10
CCC0878.0578XXXXX-CR	5042	5,524	250	20
SXP1175.0875XXXXX1-CR	4928	5,400	100	49
CCC0578.0378XXXXX-CR	4579	5,016	500	9
MXX0577.0377BBXX3-CR	4375	4,794	720	6
SXP0875.0575XXXXX1-CR	4247	4,653	100	42
CCX0378.0278XXXXX-CR	2450	2,684	1000	2
CCX0878.0578XXXXX-CR	2248	2,463	250	8
SCK1175.0875XXXXX8-CR	1999	2,190	100	19
CCC0378.0278XXXXX-CR	1939	2,125	1000	1
	37051	40,594	4520	166

Pode-se observar ainda, na figura 22, um gráfico do consumo semanal durante o segundo semestre de 2016. Foi adicionalmente feita uma análise quinzenal aos valores deste período (ver anexo D) de forma a analisar a possível existência de efeitos sazonais, na qual não se verificou a existência de padrões de sazonalidade evidentes.

Tratam-se de 6 planos com núcleo de cartão (Primeira Sigla C), 3 de SB (S) e 1 de MDF (M). Os de SB são produzidos todos para o Setor de Alumínios, enquanto que os restantes são para o Setor das Madeiras. Uma tabela com as características do produto e do processo de produção destas pode ser encontrada no anexo E.

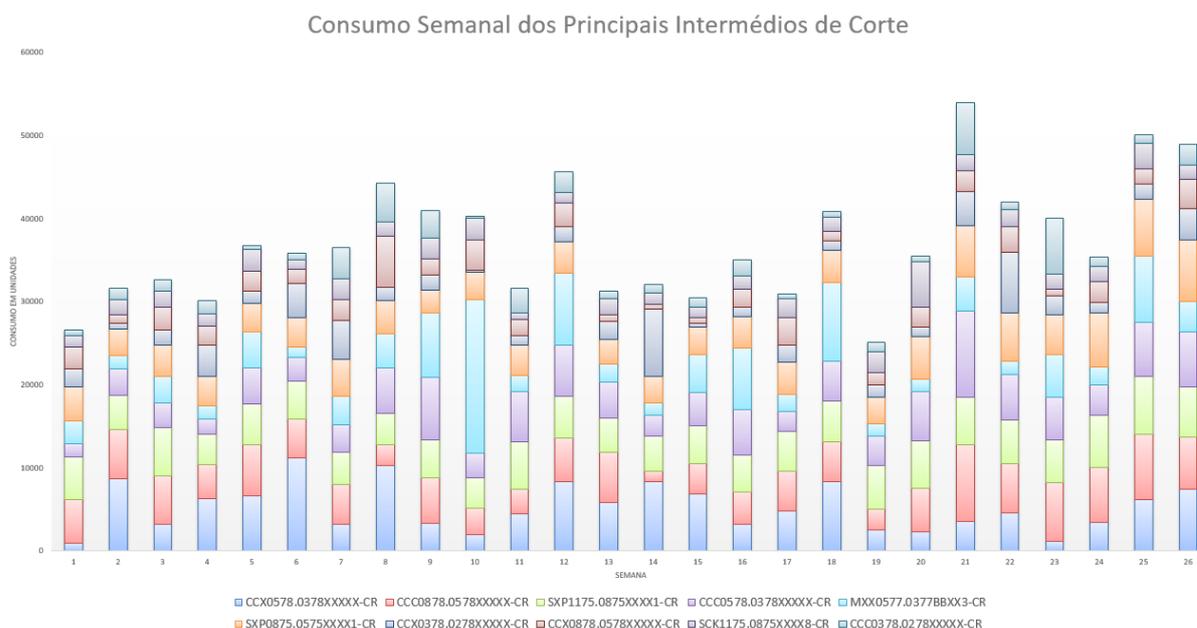


Figura 22 - Consumo semanal dos 10 intermédios CR de maior consumo. Uma versão quinzenal do gráfico pode ser encontrada no anexo D.

4.2 Os Kanbans e o seu funcionamento

O sistema irá funcionar segundo kanbans colocados nas paletes dos produtos selecionados. Serão criados 3 tipos de kanbans, correspondentes às três etapas possíveis na produção de planos: cortar, colar e calibrar. Desta forma, pretende-se criar uma ligação com kanbans entre as três etapas:

- Kanbans de Corte – São o início do processo de produção com kanbans. Estarão colocados nas paletes nos respetivos armazéns (ver tabela 7), e quando uma paleta for utilizada, o kanban é liberto e enviado para o gabinete de produção de plano, que emitirá ordens de fabrico paralelamente com o lançamento dos kanbans para as máquinas de corte. Como tal, será produzida uma nova paleta do mesmo produto. Finalizada a paleta, esta será colocada no armazém, e o ciclo repetir-se-á quando essa paleta for utilizada, como esquematizado na figura 23.
- Kanbans de Colagem – Salvo o caso do plano de núcleo de MDF, para produção de pelo menos uma paleta de planos cortados com kanban, é necessária a existência de pelo menos uma paleta de planos colados. Para essas paletes existem os kanbans de colagem, kanbans semelhante aos anteriores, mas associados a planos colados. O objetivo é semelhante, garantir a existência de material pronto para ser cortado. Quando se proceder ao corte de material para kanbans, serão utilizadas as paletes com kanbans do intermédio de colagem associado.
- Kanbans de Calibração – Só para os casos de núcleo de SB. Funcionam da mesma forma que os kanbans de Colagem, mas para o último processo deste fluxo descrito na imagem 24.

Tabela 7 - Armazéns das referências de corte

Tipo de produto intermédio de corte	Referências	Armazém
Cartão + Cortiça (1 ou 2 lados)	CCX0378.0278XXXXXX-CR	Armazém de Planos Cortados (Madeiras)
	CCX0578.0378XXXXXX-CR	
	CCX0878.0578XXXXXX-CR	
	CCC0378.0278XXXXXX-CR	
	CCC0578.0378XXXXXX-CR	
	CCC0878.0578XXXXXX-CR	
MDF 3 Branco	MXX0577.0377BBXX3-CR	Armazém de planos cortados (Madeiras)
SB + Prata	SXP1175.0875XXXXX1-CR	Armazém Prensas Magnéticas (Alumínios)
	SXP0875.0575XXXXX1-CR	
SB + Cortiça + Papel	SCK1175.0875XXXXX8-CR	Armazém Office (Alumínios)

O retorno dos kanbans ao gabinete será feito por via dos colaboradores presentes na respetiva etapa do kanban (operadores de máquinas, chefias ou empilhadores) quando estes passarem pelo gabinete durante o seu trabalho, entre pausas (almoço) ou no fim do respetivo turno. No caso dos kanbans de corte de material do armazém de planos cortados (núcleo de cartão e MDF 3 Branco), será feito pelas pessoas que retirarem a paleta do armazém enquanto passarem pelo gabinete, tendo ainda o auxílio do colaborador responsável pelo armazém. Já

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermedios no caso dos kanbans de material de núcleo de SB estes regressarão principalmente pela mão dos empilhadores que percorrem os dois setores (madeiras e alumínio). Os kanbans de colagem e calibração regressarão exclusivamente pela mão dos operadores das máquinas.

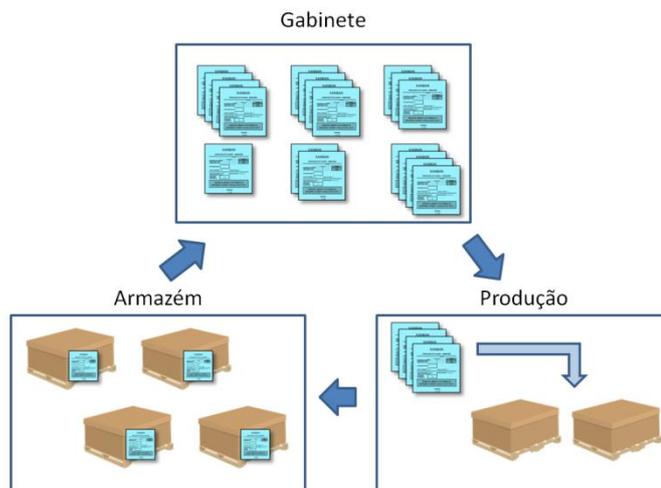


Figura 23 – Esquema representativo do ciclo dos Kanbans de Corte. O Gabinete da produção é o local de trabalho dos responsáveis pela produção do setor em questão e a partir de onde saem as ordens de produção.

O controlo dos kanbans e seu lançamento nas linhas de produção será responsabilidade dos responsáveis pela produção no setor de fabrico de planos, presentes no gabinete. Esta medida será essencial sobretudo enquanto o sistema não se encontra bem difundido e estabilizado, sendo a sua eliminação futura um caso a rever posteriormente.

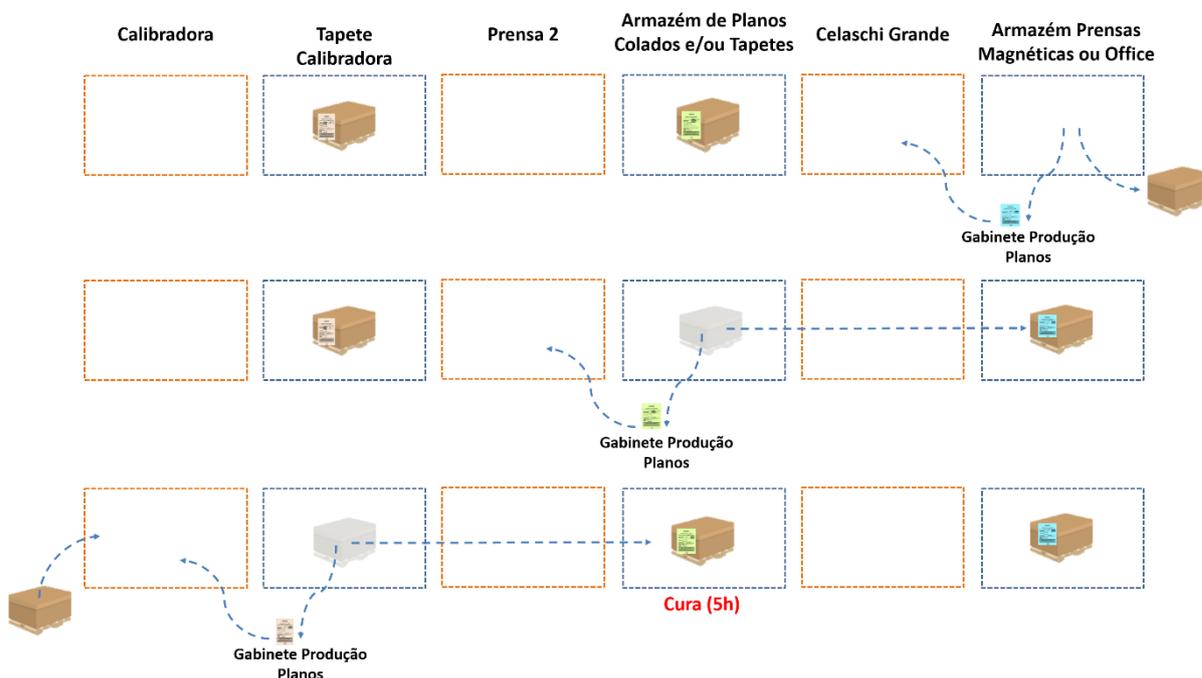


Figura 24 - Fluxo de material e kanbans em paletes de SB. 1-Utilização de uma paleta de corte e lançamento de kanban para produção. 2-Corte de paleta para kanban, com respetivo lançamento do kanban de Colagem para produção. 3-Colagem de paleta utilizando material calibrado, lançando kanban de Calibração para produção (neste caso é utilizado material do armazém de SB).

Tal como é visível no exemplo da figura 24, os kanbans vão ser distinguíveis sobretudo pela sua cor, sendo os de corte azuis, os de colagem verdes e os de calibração pérola. No kanban vão estar presentes as seguintes informações:

- Referência do produto e seus associados (intermédios de colagem e calibração)
- Descrição do produto

- Quantidade
- Máquinas utilizadas nas operações
- Tempo previsto de produção e reposição
- Setor e armazém de destino¹
- Espessura final do Softboard (no caso dos materiais com núcleo de SB) – Escrito à mão²
- Tempo de cura
- Quantidade de kanban para iniciar produção – Escrito à mão³
- N° do kanban

Pode ser observado na figura 25 um exemplo de um kanban que reúne todas estas informações.

Tentou-se discutir com o departamento da Qualidade, Segurança e Higiene a eliminação ou combinação das informações presentes na atual folha de ID nos kanbans, de forma a reduzir o nº de folhas e informação repetida nas paletes, reduzindo as preocupações dos colaboradores, redução essa que ainda não foi possível acordar.

Quando uma palete destes materiais for produzida, será colocada nesta o respetivo kanban, identificando assim o material e assim tem-se conhecimento da quantidade de paletes presente na linha. Chegando à etapa seguinte, o kanban será retirado e devolvido ao gabinete da produção de planos e a palete receberá um novo kanban ou não, dependendo se for utilizada para colagem/corte ou para montagem. Ou seja:

- Paletes com kanban de calibração – quando chegarem à etapa de colagem os kanbans são retirados e devolvidos ao gabinete de produção de planos. Após produzidas as paletes de intermédios de colagem, são colocadas nestas os kanbans de colagem.
- Paletes com kanban de colagem – quando chegarem à etapa de corte são retirados os kanbans de colagem e devolvidos posteriormente ao gabinete de produção de planos. Após o material ser cortado, o kanban de corte é colocado e a palete enviada para armazém.
- Paletes com kanban de corte – quando a palete for retirada do armazém para utilização numa etapa posterior (montagem ou colagem magnética), o kanban é retirado da palete e devolvido ao gabinete de produção de planos.

No caso dos planos de Cartão+Cortiça, estes precisam de uma colagem e só depois são cortados, ficando durante o tempo de cura armazenados nos rolos ao lado da máquina de corte. A diferença do caso anterior está na necessidade de o material passar por cinco horas de cura, introduzindo-se assim os kanbans de colagem. A cortiça é colada na Prensa 1, seguindo na palete para os rolos onde repousará para cura durante 5h, sendo depois cortado na máquina respetiva, dependendo da medida.

¹ Um setor pode ter mais do que um armazém (como por exemplo o setor de alumínio, que para armazenamento de planos tem, pelo menos, o armazém Office e o armazém para prensas magnéticas)

² Valor suscetível a mudanças futuras, dependendo dos processos utilizados ou dos fornecedores.

³ A definição da quantidade de kanban para iniciar produção (ver capítulo 4.4) e sua escrita no kanban será responsabilidade dos responsáveis pela produção do setor de fabrico de planos.

KANBAN

PRODUÇÃO DE PLANOS - ARMAZÉM

PERCURSO

	INFORMAÇÃO	KANBAN
REFERÊNCIA PRODUÇÃO:	SXPX120090-CC	SXP1175.0875XXXX1-CR
EQUIPAMENTO/LINHA:	CALIBRADORA PRENSA 2	CELASHI GRANDE
QUANTIDADE PRODUZIDA:	100 UND 100 UND	100 UND

ESPESSURA FINAL SB:

TEMPO PRODUÇÃO: 14 min TEMPO DE CURA: 5 h

SETOR DE DESTINO:	ALUMINIOS	ARMAZÉM DE DESTINO: Prensa Mag Office
TEMPO DE REPOSIÇÃO:	8 horas	
QUANTIDADE DE KANBAN PARA INICIAR PRODUÇÃO:	<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	

PRODUTO: SXP1175.0875XXXX1-CR
DESCRIÇÃO: CR-SB 10-X-PR -1175.0875

Kanban

1 / 30

Figura 25 - Exemplo de Kanban de corte de SB + Prata 120x90 para impressão

O caso mais simples, o do MDF-3-Branco- 60x40, que é apenas cortado, está representado na figura 26. Os kanbans são libertados para a produção e serão colocados na respetiva palete que seguirá para o armazém de planos cortados (ver figura 17). Assim que o material é necessário para o setor posterior, que é o setor de montagem dos memos, os colaboradores que levam a palete do armazém retiram o kanban e devolvem-no ao gabinete. Com o tempo, atingida a quantidade mínima para produção, o ciclo irá repetir-se.

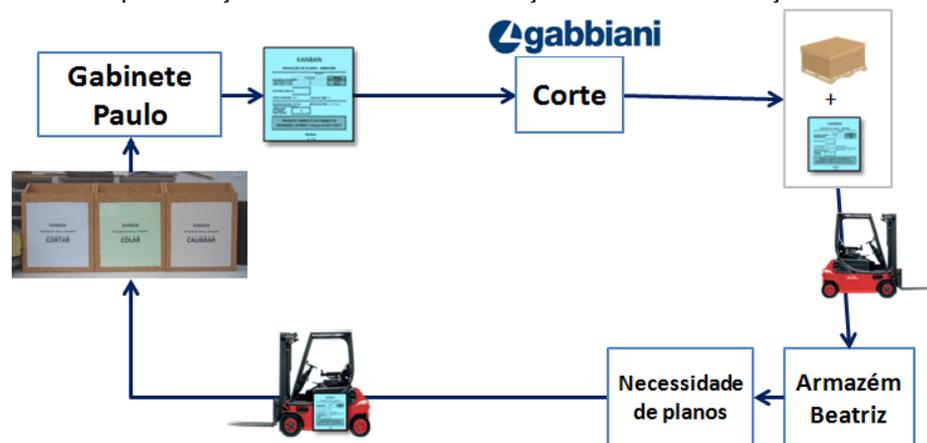


Figura 26 - Esquema do fluxo dos kanbans de MDF-3-Branco 60x40, cujo único processo é o de corte. Imagem retirada dos materiais utilizados em formação dos colaboradores (anexo H)

Finalmente, no caso dos planos com núcleo de SB (figura 24), a única diferença é a existência de um processo antecedente aos vistos anteriormente, o de calibrar. Existem neste caso, portanto, paletes de material calibrado, depois colado e finalmente cortado, havendo um kanban para cada etapa.

4.2.1 Cálculo do número de Kanbans

Para o cálculo do nº de kanbans foi utilizada a fórmula referida no capítulo 2.3 (Sugimori et al. 1977). Os resultados obtidos são apresentados na tabela 8.

Verifica-se a existência de incerteza quanto aos tempos de reação dos kanban, as máquinas costumam estar sempre ocupadas e quando não estão, normalmente é derivado a avarias ou espera de material, levando a um tempo incerto entre o lançamento dos kanbans do gabinete e a produção destes. Para além disso, nem todos os turnos trabalham de forma equivalente, havendo máquinas que por vezes só trabalham durante um ou dois turnos. Assumiu-se um Tw igual a 8h.

Outro pormenor a ter em conta é que foi utilizada uma margem de segurança sobrelevada. As incertezas presentes na produção levam a que a melhor opção seja, numa fase inicial, ter garantias de que o sistema funcione corretamente, procedendo-se a posteriores alterações conforme o funcionamento deste (reduzir o número de kanbans para produtos em que se verifique esse sobredimensionamento e aumentar caso ocorram ruturas de stock frequentes). Foi inicialmente utilizado uma margem de segurança α igual a 1, contrariamente ao utilizado pela Toyota (no máximo $\alpha=0,1$).

Foi feita uma análise com os responsáveis da produção, na qual foi sugerida a alteração da quantidade de kanbans de acordo com a realidade do setor, tendo-se utilizado os valores presentes na última coluna da tabela 8.

Tabela 8 - Cálculo da quantidade de kanbans

Descrição Intermédio CR	Procura/dia (unidades)	Procura/dia (paletes)	Tp (horas)	Tw (dias)	Tp (dias)	Qtd por kanban	α	Nº kanbans	Nº de kanbans a utilizar
CR-CT DP-Cort -X-0578.0378	1048,9	2,10	0,657894737	1,00	0,0822	500	1	5	6
CR-CT DP-Cort -Cort -0878.0578	1008,4	4,03	0,78125	1,00	0,0977	250	1	9	10
CR-SB 10-X-PR -1175.0875	985,7	9,86	0,285714286	1,00	0,0357	100	1	20	30
CR-CT DP-Cort -Cort -0578.0378	915,7	1,83	0,657894737	1,00	0,0822	500	1	4	6
CR-MDF 3- Branco-X-0577.0377	875,1	1,22	0,72	1,00	0,0900	720	1	3	4
CR-SB 10-X-PR -0875.0575	849,4	4,25	0,125	1,00	0,0156	200	1	9	10
CR-CT DP-Cort -X-0378.0278	490,0	0,49	1	1,00	0,1250	1000	1	1	2
CR-CT DP-Cort -X-0878.0578	449,5	1,80	0,78125	1,00	0,0977	250	1	4	8
CR-SB 8,5-Cort -PaKF -1175.0875	399,7	4,00	0,625	1,00	0,0781	100	1	9	15
CR-CT DP-Cort -Cort -0378.0278	387,9	0,39	1	1,00	0,1250	1000	1	1	1

4.2.2 Quantidade de kanbans para iniciar produção

Uma característica específica dos kanbans utilizados neste sistema é a Quantidade de Kanbans para iniciar produção. As máquinas de corte e prensas apresentam tempos de Setup entre medidas e materiais diferentes na ordem de minutos (no caso das prensas, mudar o tipo de revestimento pode levar cerca de 15 minutos). Torna-se, portanto, oportuno produzir para kanbans de forma não unitária, ou seja, produzir em quantidades superiores a 1 palete, de forma a reduzir o tempo gasto em *setups*, tempo esse que não contribui positivamente para o produto.

Como o nº de kanbans existente em quase todos os casos (exceto o caso de Cartão + Cortiça 2 lados 40x30cm, de apenas 1 kanban) é bastante superior a 1, a solução encontrada foi a criação de um parâmetro que permitisse lançar mais do que um kanban para produção. Surge assim a quantidade mínima de kanbans para iniciar produção.

Atingido o nº mínimo de kanbans para iniciar produção, estes são lançados na linha. Esta quantidade mínima foi definida com base no consumo médio diário, para que o tempo gasto na produção fosse igual ao tempo expectável para o consumo das restantes paletes. Ou seja, quando os kanbans são lançados para produção, a quantidade de material existente é aproximadamente igual à quantidade necessária para consumo nesse mesmo dia, evitando ruturas de *stock*. O objetivo é que essa quantidade funcione como um **nível de reaprovisionamento**.

$$Qtd \text{ para iniciar produção} = Qtd \text{ total de kanbans} - \text{Consumo médio diário}$$

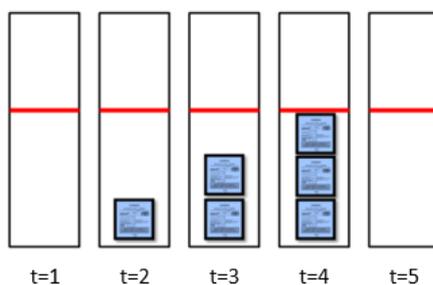


Figura 27 – Exemplo da evolução esperada do nº de kanbans sem paletes ao longo dos dias. A linha vermelha representa a quantidade de kanbans para iniciar produção.

Com esta forma de gerir a produção espera-se atingir um comportamento semelhante ao exemplificado na figura 27. A diferença é que em vez de existir um nível de reaprovisionamento, ou seja, uma quantidade mínima de material existente que quando atingida origina a necessidade de produzir, neste sistema é a quantidade de kanbans sem material que origina a produção. O resultado é semelhante, atinge-se um nível de stock mínimo e repõe-se a quantidade máxima, a diferença está no sinal. Com as prateleiras no gabinete torna-se mais fácil ter conhecimento deste sinal e estes podem logo ser lançados na linha de produção. O fato de ser também no gabinete que são lançadas as ordens de produção torna-o o local certo para este controlo, na medida em que se poupa tempo e deslocações ao lançar ordens de produção com os kanbans. O resultado esperado de paletes em armazém pode ser observado na figura 28.



Figura 28 – Exemplo da evolução esperada do nº de kanbans com paletes ao longo dos dias. Imagem semelhante à da figura 28, mas visto do lado oposto, ou seja, o do armazém de planos.

No entanto este parâmetro não é obrigatoriamente inflexível, na medida em que havendo disponibilidade das máquinas e trabalhadores juntamente com kanbans prontos para produzir, não será por ainda não ter sido atingida essa quantidade mínima que não se procederá à produção dos kanbans. Por exemplo, havendo 4 kanbans no gabinete de um produto que tenha 6 kanbans, prontos para serem lançados para produção, e estando a respetiva máquina (calibradora, prensa ou máquina de corte) sem pedidos a satisfazer, não será devido à quantidade mínima ser 5 que existirá uma proibição de produzir para esses kanbans. Poupa-se desta forma tempo de produção que no futuro poderia ser inconveniente para o planeamento da produção.

Tal como a quantidade de kanbans, este é um parâmetro que foi analisado a par com os responsáveis pela produção e que não dispensará uma análise futura. Pode ser visto na tabela 9 os valores definidos para este parâmetro.

Tabela 9 - Quantidade para iniciar produção

	Consumo médio				Quantidade para
	diário	Quantidade/Kanban	Nº de kanbans	Kanbans/dia	iniciar produção
CCX0578.0378XXXXX-CR	1048,85	500	6	2,10	4
CCC0878.0578XXXXX-CR	1008,45	250	10	4,03	5
SXP1175.0875XXXXX1-CR	985,66	100	30	9,86	20
CCC0578.0378XXXXX-CR	915,72	500	6	1,83	4
MXX0577.0377BBXX3-CR	875,05	720	4	1,22	2
SXP0875.0575XXXXX1-CR	849,38	200	10	4,25	5
CCX0378.0278XXXXX-CR	490,00	1000	2	0,49	1
CCX0878.0578XXXXX-CR	449,54	250	8	1,80	6
SCK1175.0875XXXXX8-CR	399,73	100	15	4,00	12
CCC0378.0278XXXXX-CR	387,87	1000	1	0,39	1

4.3 Introduções e alterações feitas no setor

Para o sistema funcionar corretamente e de forma simples para os colaboradores envolvidos, foram introduzidas algumas alterações no setor de fabrico de planos. Essas alterações são apresentadas em seguida, com a respetiva explicação do seu propósito.

No entanto neste capítulo apenas estão apresentadas as alterações diretamente ligadas ao sistema de Kanbans.

4.3.1 Gabinete de Produção de planos

Feitos os kanbans, procedeu-se à conceção do sistema de armazenamento e controlo dos mesmos. O local escolhido não poderia deixar de ser o gabinete de produção do setor em questão, não só por ser onde são lançadas as ordens de produção para todas as máquinas, como também por ser um local de transição entre setores (Planos e Madeiras), havendo um grande fluxo de empilhadores e colaboradores, pessoas que serão **responsáveis por devolver os kanbans ao gabinete**.

Procedeu-se à criação de um armário com prateleiras próprias para guardar os kanbans segundo produto e segundo tipo, como representado no esquema da figura 29. Este armário permite aos responsáveis pela produção ter os kanbans organizados e ter conhecimento da quantidade de material produzido e, sobretudo, do que precisa de ser lançado para produção. Contudo, trata-se de um procedimento que se traduz em desperdícios como tempo e movimentação. A sua eliminação futura, quando o sistema se encontrar num funcionamento estável é algo a ter em conta.

	CORTAR	COLAR	CALIBRAR
SB 8,5-Cort PaKF 1175.0875	15	15	15
SB 10-X-PR -0875.0575	10	5	5
SB 10-X-PR -1175.0875	30	30	30
CT DP-Cort -X-0878.0578	8	8	
CT DP-Cort -X-0578.0378	6	6	
CT DP-Cort -Cort -0878.0578	10	10	
CT DP-Cort -Cort -0578.0378	6	6	
CT DP-Cort -X-0878.0578	8	8	
CT DP-Cort -Cort -0378.0278	1	1	
MDF 3- Branco-X-0577.0377	4		

Figura 29 - Esquema das prateleiras colocadas no Gabinete da Produção de Planos, onde cada linha representa um tipo de produto e cada coluna um tipo de processo (Cortar, Colar e Calibrar). Retirado dos documentos de apoio à formação (anexo H)

Apesar de já existir um armário no gabinete, este encontrava-se defeituoso (prateleiras desalinhas e/ou danificadas) e como tal não servia para o propósito. Foi assim feito um novo armário (ver figura 30), tendo o antigo sido reaproveitado para outro setor.

Foram ainda colocadas no exterior do gabinete 3 caixas de cortiça como é possível observar na figura 31. Os colaboradores, ao passarem junto do gabinete (seja entre pausas, fim de turno ou transporte de material) apenas precisam de deixar os kanbans na respetiva caixa, seja de Calibrar, de Colar ou Cortar, havendo um menor desperdício de tempo do que se tivessem de arrumar eles mesmos os kanbans nas respetivas prateleiras.



Figura 30 - Antes e depois das prateleiras no gabinete. As prateleiras antigas foram aproveitadas para outro setor

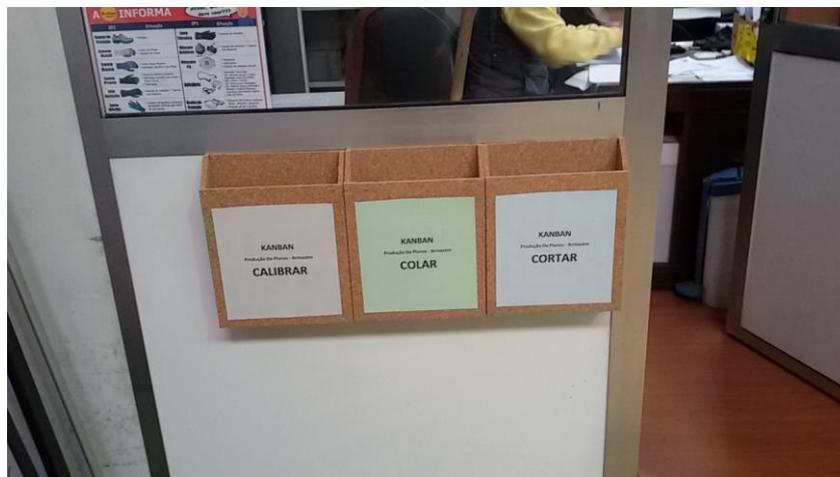


Figura 31 - Caixas colocadas à porta do Gabinete da Produção de Planos

4.3.2 Calibradora, Prensas e Máquinas de Corte

O mesmo sistema de caixas foi implementado tanto na calibradora como nas prensas, com os seguintes objetivos:

- Ter um local onde os kanbans são guardados pelos colaboradores durante a produção de planos. O risco de perda dos kanbans existe, sendo importante a organização destes durante o seu fluxo pela fábrica.
- Ter um local para os colaboradores guardarem os kanbans utilizados do processo anterior, para depois devolverem ao Gabinete. Este tipo de caixas encontra-se obviamente apenas em etapas que precedam outras que utilizem Kanbans, como é o caso da Prensa 2 (kanbans vindos da calibradora) e das máquinas de corte (kanbans vindos das prensas).

Encontram-se também caixas semelhantes à do segundo ponto no setor das Prensas Magnéticas (destino dos planos de SB + Prata) e no setor dos alumínio (onde se armazenam as paletes de SB+Cortiça+Papel 120x90cm).

Imagens destas caixas e de onde foram colocadas encontram-se em anexo (ver anexo F).

4.3.3 Informações relativas ao funcionamento do sistema

Foram colocadas em todas as máquinas envolvidas no fabrico de planos e no sistema de kanbans fichas informativas quanto ao seu modo de funcionamento e explicação da informação mais relevante dos kanbans para cada máquina, como se pode ver na figura 32. No anexo G são mostradas as fichas em questão.

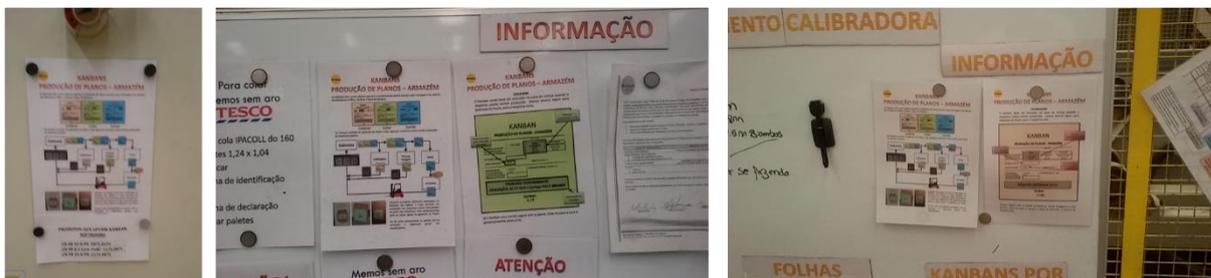


Figura 32 – Exemplos de folhas de informação relativa ao sistema e ao seu funcionamento colocadas nas máquinas

4.4 Implementação

Uma das principais barreiras para o funcionamento do sistema foi a sua introdução e conseguir pô-lo em prática. Os kanbans estavam criados e tudo foi feito para que funcionasse, mas a sua implementação poderia levantar problemas não previstos durante o projeto. Portanto, a sua implementação foi sustentada por um ciclo PDCA, do qual se pode destacar os seguintes passos dentro de cada etapa:

PLAN

- Preparar formações para os colaboradores que estariam envolvidos no sistema, tais como os operadores de máquinas, chefias, empilhadores e responsáveis de armazém. (os documentos de apoio à formação podem ser encontrados no anexo H)
- Planear modo como os kanbans seriam introduzidos na produção

DO

- Formar colaboradores sobre o sistema a introduzir na fábrica. Foi dada formação a 59 colaboradores (7 chefias e sub-chefias, 9 empilhadores e 43 colaboradores) dos 3 turnos (8:00-17:00h; 15:30-00:00h e 23:00-7:00h).
- Foram colocados kanbans nas paletes já existentes. Como para algumas referências o número de paletes existente era superior ao número de kanbans, estas paletes que se encontravam em excesso foram identificadas e foram dadas instruções para que estas fossem consumidas primeiro, de forma a evitar a sua existência e reduzir logo inicialmente o WIP. Poucos dias depois, os kanbans começaram a ser lançados na produção de planos, de forma a ambientar os colaboradores ao sistema e de poder controlar a existência de problemas e dúvidas.

CHECK

- Foi verificado diariamente se os kanbans eram colocados nas paletes aquando da sua produção e nas respetivas caixas aquando do seu consumo.
- Análises ao nível de paletes em armazém (contagem de paletes e análise dos registos de produção) e do fluxo dos kanbans. Para esta análise foi feita uma folha de dados para registar o nº de paletes e onde se encontravam os kanbans de forma a garantir que estes não eram perdidos. (ver anexo I).
- Avaliação do estado do sistema quanto à possível existência de melhorias

ACT

- Ajudar e/ou corrigir erros e falhas cometidas pelos colaboradores
- Correções ao funcionamento do sistema, das quais se destacam duas: redução do número de kanbans para SB+Prata 90x60 cm devido a um erro nos cálculos (foi considerada uma quantidade de planos por palete de corte igual a 100 planos, quando na verdade são 200, resultando em metade do nº de kanbans para esse produto) e mudança no fluxo de kanbans de SB+Cortiça+Papel 120x90cm devido a alterações no armazenamento deste material.

4.5 Resultados Obtidos

Os kanbans começaram a ser introduzidos na fábrica a 27 de Abril de 2017, mostrando resultados ao longo das semanas seguintes, conforme a sua utilização se foi tornando mais fluída e os colaboradores se foram tornando mais envolvidos e responsáveis pelo seu bom funcionamento. O armazém apresentou frequentemente dias de menor quantidade de paletes em armazém, resultando numa maior facilidade por parte dos empilhadores e colaboradores da montagem em encontrar o material desejado e levá-lo para o setor seguinte. Pode ser vista a evolução desde um dos primeiros dias da introdução dos kanbans até ao funcionamento mais estável com o passar dos dias nas figuras figuras 33 e 34.



Figura 33- Armazém de planos cortados no início da introdução dos kanbans (foto tirada a 27-04-2017)

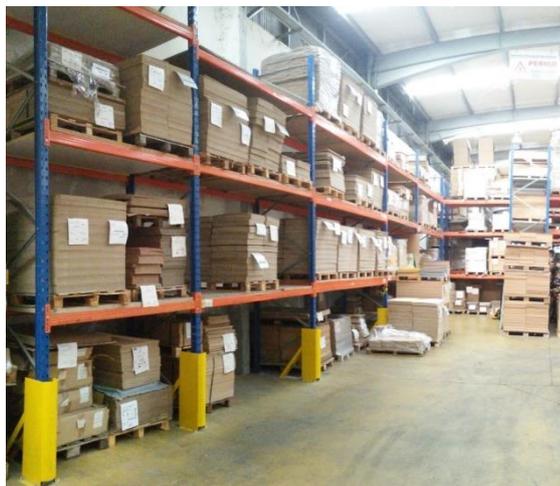


Figura 34- Armazém de planos cortados semanas após a introdução dos kanbans (foto tirada a 08-05-2017)

A evolução do WIP para os intermédios CR encontra-se em anexo (ver anexo J), onde se pode verificar a influência do sistema sobretudo no mês de maio, tendo-se verificado uma redução

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios do nível diário médio de WIP de 23% neste mês comparativamente aos meses anteriores (desde fevereiro até abril).

Os resultados obtidos encontram-se na tabela 10. Com o auxílio do documento que se encontra no anexo I foi feita diariamente uma contagem do número de paletes em armazém e análise à produção diária dos produtos com kanban no início de cada dia. O período anterior à implementação do sistema (“PRÉ”) é referente aos meses de fevereiro, março e até ao dia 26 de abril, sendo o período posterior iniciado dia 27 de abril e findado no fim do mês de maio.

Tabela 10 – Resultados obtidos para o nível médio diário de WIP (em paletes) para os intermédios CR associados aos kanbans.

	PRÉ	PÓS	Diferença
CCX0378.0278XXXXX-CR	1,40	1,40	-0,23%
CCX0578.0378XXXXX-CR	6,10	5,00	-17,99%
CCX0878.0578XXXXX-CR	6,32	4,64	-26,61%
CCC0378.0278XXXXX-CR	1,58	0,68	-56,98%
CCC0578.0378XXXXX-CR	8,92	4,28	-52,01%
CCC0878.0578XXXXX-CR	10,65	8,96	-15,83%
MXX0577.0377BBXX3-CR	4,48	3,60	-19,71%
SXP1175.0875XXXX1-CR	22,05	20,72	-6,02%
SXP0875.0575XXXX1-CR	7,94	5,96	-24,89%
SCK1175.0875XXXX8-CR	9,84	5,36	-45,52%
	TOTAL		
	79,27	60,60	-23,56%

Foi feita uma análise à produção no mesmo período, mas do ano anterior, por forma a verificar a existência ou não de efeitos de sazonalidade, análise essa que pode ser observada na figura 35.

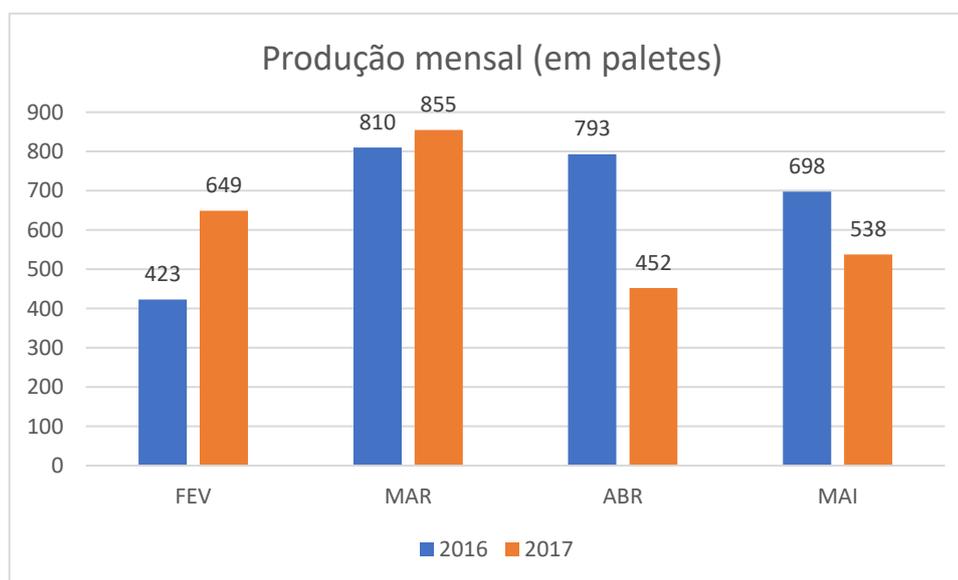


Figura 35 - Produção mensal (em paletes) nos anos 2016 e 2017 para as 10 referências de corte

Verifica-se a tendência para maiores níveis de produção no mês de março, tendo-se verificado no ano transato um decréscimo nos dois meses seguintes, enquanto que este ano existiu uma diferença considerável entre os meses março e abril, com um crescimento no mês seguinte. Considerando o comportamento observado no ano anterior como exemplo, poderá concluir-se que no mês de março de 2017 se verificou efetivamente uma sobreprodução que resultou em menores volumes de produção no mês seguinte. Foi assim feita uma análise à

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios evolução do WIP apenas entre os meses de abril e maio, período em que existiu um aumento da produção de 19%. Os resultados podem ser observados na tabela 11.

Tabela 11 - Resultados obtidos para o nível médio diário de WIP (em paletes) para os intermédios CR associados aos kanbans nos meses de Abril e Maio.

	ABRIL	MAIO	Diferença
CCX0378.0278XXXXX-CR	0,50	1,36	172,00%
CCX0578.0378XXXXX-CR	7,20	5,00	-30,56%
CCX0878.0578XXXXX-CR	8,50	4,64	-45,41%
CCC0378.0278XXXXX-CR	1,10	0,76	-30,91%
CCC0578.0378XXXXX-CR	8,05	4,28	-46,83%
CCC0878.0578XXXXX-CR	12,80	8,96	-30,00%
MXX0577.0377BBXX3-CR	3,40	3,60	5,88%
SXP1175.0875XXXX1-CR	26,75	20,72	-22,54%
SXP0875.0575XXXX1-CR	9,55	5,96	-37,59%
SCK1175.0875XXXX8-CR	10,15	5,36	-47,19%

TOTAL		
88,00	60,64	-31,09%

De salientar um resultado inesperado, o 1º da tabela 11 (Cartão + Cortiça de 1 Lado 378x278mm) pois verificou-se um aumento. Tal pode ser explicado pelo fato de se tratar de um intermédio com um consumo de paletes/semana reduzido (inferior a 1), sendo portanto mais sensível a pequenas variações ou simplesmente é a confirmação de que o nº de kanbans para este intermédio foi sobredimensionado.

Verificou-se igualmente um aumento para o intermédio CR de MDF Branco 3mm 577x377mm, no entanto trata-se de um aumento reduzido (aproximadamente 6%, equivalente a 0,20 paletes).

4.6 Outras melhorias implementadas

Durante a estadia na empresa foram paralelamente desenvolvidas melhorias que apesar de terem maioritariamente surgido com a implementação do sistema de kanbans, não foram consideradas relevantes para este. No entanto, devido às oportunidades existentes de eliminação de desperdício e organização do espaço de trabalho, a sua inclusão neste documento foi considerada oportuna.

4.6.1 Alteração do layout das zonas da calibradora e prensas

Aquando da introdução de caixas para os kanbans pela fábrica, uma situação que chamou à atenção foi a do planeamento de algumas máquinas, feita meramente por via de folhas de papel escritas à mão pelos responsáveis da produção, e que no caso da existência de alterações estas eram comunicadas verbalmente.

No caso da calibradora, surgiu assim a ideia de criar um quadro magnético onde fosse possível: escrever o planeamento diário e possíveis notas informativas (alterações, avisos, etc.); colocar as fichas informativas do funcionamento do sistema de kanbans; colocar uma caixa para os kanbans a produzir; e uma caixa para guardar as folhas de registo.

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios Recorrendo à secção de aproveitamentos da fábrica, foi produzido um quadro magnético à medida da grade protetora presente no final da máquina, local escolhido por ser o mais espaçoso e situar-se numa parte da máquina onde os operadores da máquina circulam frequentemente. A evolução desta implementação pode ser observada na figura 36 onde pode ser vista: a situação inicial do local escolhido para a instalação do quadro; a fase de instalação do quadro; e a fase final, após colocação de caixas e magnéticos identificadores.



Figura 36 - Evolução da alteração do layout na calibradora.

No caso da prensa 1 já existia um quadro utilizado para o planeamento como o que foi colocado na calibradora. Contudo, este encontrava-se já um tanto deteriorado, procedendo-se à substituição por um novo de dimensões mais de acordo com as necessidades e segundo um novo formato de apresentação da produção diária.

Anteriormente toda a informação relativa a turnos era escrita à mão, colocando-se em frente placas magnéticas a identificar o material do núcleo e do revestimento, acrescentando depois a quantidade. Aproveitou-se a ideia dos magnéticos e criou-se um formato que fixa os turnos para dois dias (“hoje” e “amanhã”) procedendo-se só à inscrição das quantidades. Este modo gasta muito menos o quadro, facilita a compreensão por parte dos colaboradores e torna-se mais apelativo. Aproximou-se ainda a banca dos colaboradores deste mesmo quadro e aproveitou-se um outro quadro, que não estava a ser utilizado, para afixação de informações (de segurança, institucionais, etc.). Tanto o quadro principal como a banca estavam afastados, situando-se a meio e no fim da máquina, respetivamente, e deste modo os colaboradores têm dois pontos de interesse do seu trabalho mais próximos, tornando-se mais prático e evitando deslocações desnecessárias. No quadro principal foi colocada uma caixa própria para os kanbans a produzir, de onde os colaboradores os retirarão conforme forem produzindo. Os kanbans serão colocados nesta caixa pelos encarregados da produção da prensa, aqueles que colocam no quadro o planeamento da produção.

Na figura 37 pode se observar: em cima, o estado inicial do espaço, o quadro do planeamento (esquerda) e a banca (direita), situada perto do fim da máquina, a aproximadamente 6m do quadro; a meio a solução implementada, já com um quadro novo para o planeamento, a banca mais próxima deste e ainda um quadro que se encontrava desaproveitado junto da banca,

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermediários sendo agora utilizado para afixação de fichas informativas; em baixo, a nova configuração do quadro do planeamento, mais organizado e fácil de compreender.



Figura 37 – Evolução do espaço junto à prensa 1.

Na prensa 2 o planeamento era dado de forma semelhante à observada na calibradora, meramente por via de folhas de papel escritas à mão pelos responsáveis da produção, e no caso de alterações estas eram comunicadas verbalmente. Não se tratando de um método eficiente de comunicação entre responsáveis e colaboradores, e aquando da montagem do quadro na prensa 1, a mesma ideia foi adaptada para a prensa 2.

Verificava-se a existência de uma mesa de forma semelhante à da outra prensa, no entanto esta não ficava encostada a uma parede, impossibilitando a montagem de outro quadro. Utilizando os recursos disponíveis, essa situação foi contornada e foi instalado um quadro retirado da secção de aproveitamentos. A configuração do quadro foi feita de forma semelhante à do anterior, mas enquadrando Planeamento e Informações num só quadro, conforme pode ser visto na figura 38. Na parte superior pode-se ver do lado esquerdo o estado inicial e do lado direito a situação após a instalação do quadro. Na parte inferior pode-se

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermedios observar a configuração adotada pelos colaboradores após algumas semanas, por considerarem mais simples e apropriado para a máquina em questão.



Figura 38 - Evolução do espaço perto da prensa 2.

Contudo, com a montagem do quadro surgiu um problema resultante da proximidade da mesa a um tapete, que foi o risco de embate de paletes nos rolos contra o quadro. Algumas paletes eram mal colocadas pelos colaboradores, descentradas, havendo o risco de embate contra o quadro. De forma a reduzir este risco, foi colocado um aviso nos navettes (veículos utilizados para transporte de paletes entre rolos, ver imagem 17) e na prensa 2 igual ao representado na figura 39, sendo ainda dada uma chamada de atenção aos colaboradores responsáveis.



Figura 39 - Aviso colocado na prensa 2 para evitar embate entre paletes e quadro de planeamento.

4.6.2 Arrumação de tábuas para movimentação de paletes

A alimentação da maior parte das máquinas é feita com uma paleta à entrada colocada num tapete de rolos, sendo a sua movimentação facilitada e tornando possível alimentar a máquina sem a necessidade constante de um empilhador. Um exemplo é o caso da calibradora, no qual à entrada tem um tapete onde é colocada a paleta com material para calibrar. Mas um problema frequente é a presença de paletes vindas do fornecedor cujas tábuas na base não ficam perpendiculares aos rolos, como se pode ver na figura 40 (do lado esquerdo, na paleta superior, cuja base é constituída por traves colocadas ao comprimento). Como consequência, ao movimentar paletes, um problema presente é a tendência de as tábuas da base da paleta ficarem presas entre os rolos do tapete, ficando a movimentação de material dificultada ou

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios mesmo impossibilitada. Como solução, os colaboradores, quando um empilhador coloca a paleta no tapete, utilizam tábuas de madeira para facilitar o deslocamento do material, ficando a tábua perpendicular aos rolos. Mas um problema presente era a desarrumação das mesmas tábuas depois de utilizadas, ficando estendidas pelo chão, parecendo lixo e obrigando os colaboradores a baixarem-se para pegar nelas, sendo menos prático para os colaboradores e um desperdício de movimento e tempo.

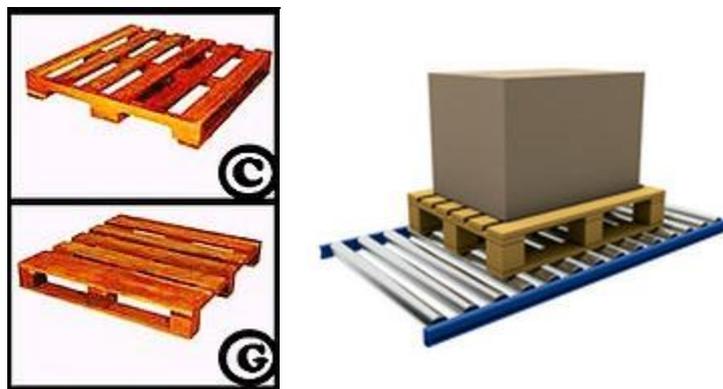


Figura 40 - Exemplo do tipo de paletes existentes nas máquinas e de qual o modo mais conveniente de movimentação em rolos.

Foi então feita uma caixa própria para guardar estas tábuas, ficando o espaço melhor aproveitado, mais organizado e mais fácil para os colaboradores pegarem nelas (ver figura 41).

Vantagens: maior organização, maior facilidade de movimentação de material.

Sort (manter só os elementos importante): tábuas que tenham dimensões suficientes para ser utilizadas

Set in order (organizar): arranjar uma solução que permita ter as tábuas com maior facilidade e separadas por tamanho (para paletes de 120x90 e 180x120). Para isso foram feitas duas caixas para guardar as tábuas perto da máquina.

Shine (limpeza): limpeza do espaço e marcação no chão do local para ambas as caixas.

Standardize (criar standards): criar hábitos de trabalho e utilização das tábuas, de forma a evitar que se voltem a encontrar espalhadas pelo chão, dando mau aspeto ao local de trabalho e dificultando o manuseamento destas.

Systematize (manter e rever os standards): ocasionalmente observar se os colaboradores vão cumprindo os standards.



Figura 41 - Modo de emprego das tábuas na movimentação de material. Situação inicial e após introdução de caixas para arrumação.

4.6.3 Redefinição do layout do armazém de planos cortados à frente da Bi-bright

A introdução deste sistema de produção puxada chamou à atenção para o Setor dos Alumínios ao nível da arrumação dos planos para uso do mesmo setor, com destaque para três referências de produtos de SB+Prata (120x90cm e 90x60cm, que levam kanbans e 60x45cm). No armazém à frente da Bi-Bright (ver figura 42), foi selecionado um corredor só para esse efeito. O corredor encontrava-se em manutenção e este projeto surgiu aquando da conclusão desse processo.

Em parceria com os colaboradores, foi definido o layout representado na figura 42, tendo-se procedido à marcação no local. Cada marcação foi definida para um máximo de 3 paletes de 1,20x0,90m, empilhadas, perfazendo um total de 30 paletes de SB+Prata 120x90cm e 9+1 de Prata 90x60cm (uma palete colocada debaixo do *rack*, que deste lado está impedido enquanto que o lado esquerdo está ocupado com material do corredor vizinho). O espaço restante dos *racks* do lado direito ficou reservado para paletes de SB+Prata 60x45cm.

Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermeádios

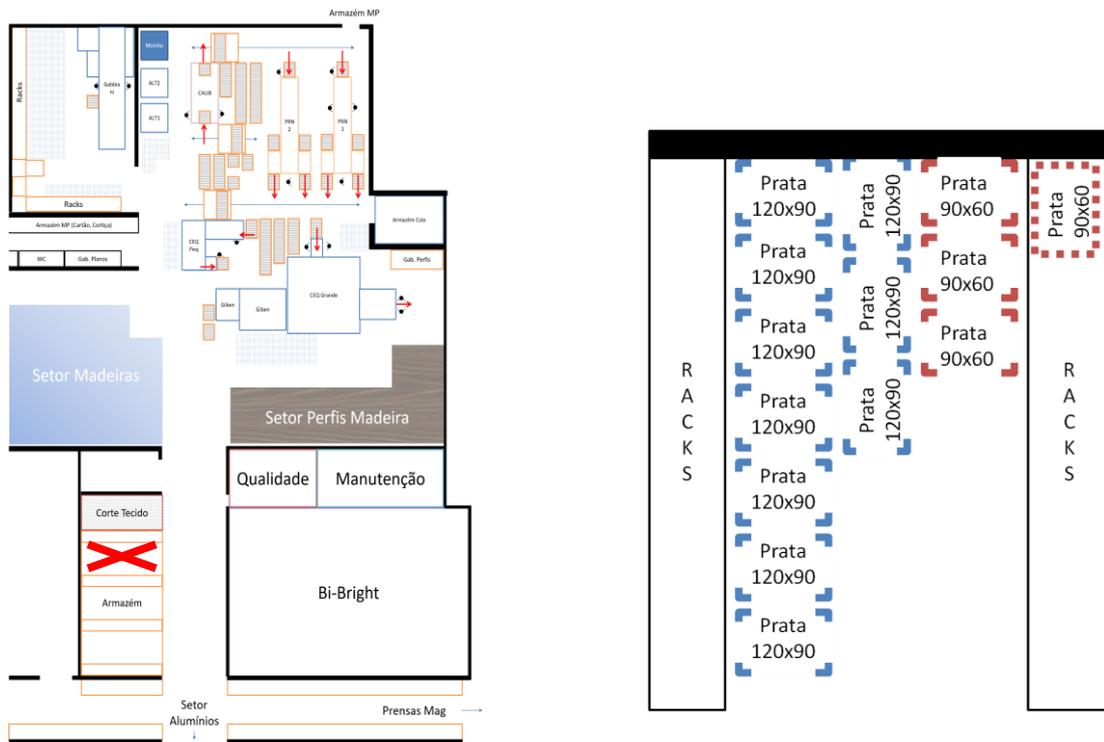


Figura 42 - Localização do corredor no armazém, layout definido e exemplo de utilização do corredor.

4.6.4 Instruções de limpeza dos fossos das prensas

Foram propostas alterações nas instruções de limpeza das Prensas, relativas à limpeza do fosso, instruções essas em falta. Tal falha foi apontada aquando de uma auditoria na empresa.

Os fossos das prensas estão expostos a muito lixo resultante das atividades desenvolvidas na fábrica (restos de cartão, folhas de identificação antigas, lixo resultante do manuseio e corte de SB e pó do meio exterior), resultando numa acumulação frequente neles. A limpeza deste lixo é necessária de forma a não dificultar o trabalho dos colaboradores nem pôr em risco o funcionamento das prensas.

Apesar de esta limpeza já ser efetuada, tal acontecia de tempos a tempos por iniciativa dos colaboradores e sem existência de instruções para tal. Surgiu assim a necessidade de criar padrões de limpeza dos fossos para serem introduzidos nas instruções de limpeza das prensas, criando assim instruções legíveis e compreensíveis, de modo a que sejam criadas rotinas e hábitos de limpeza destas.

Com o auxílio da chefia das prensas 1 e 2, foram apresentadas ao departamento da Qualidade, Higiene e Segurança as devidas alterações, relativas à limpeza dos fossos das prensas 1 e 2. Foram ainda propostas, como resultado da análise junto da chefia, atualizações ao nível dos utensílios e produtos a utilizar na limpeza do tapete e tela das prensas. O departamento disponibilizou os documentos utilizados anteriormente com o intuito de serem introduzidas as novas medidas. Tal documento, já com as atualizações propostas pode ser observado na figura 43.

A proposta ficou em fase de avaliação por parte do departamento da Qualidade, Higiene e Segurança.

Objetivo		Estabelecer procedimentos de limpeza da Prensa (PRN1)
Modo de Proceder		
As rotinas de limpeza da máquina são as seguintes:		
1.		<p><u>Limpeza da máquina de passar cola</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Afastar a máquina desligada da posição original Passar uma mangueira de água nos rolos e a sua base por forma a retirar (com auxílio de esponja/espátula) a cola que possa estar agarrada Colocar a água da lavagem dos rolos na cuba de resíduos Passar um pano húmido com Diluente nas estruturas da máquina
2.		<p><u>Limpeza do tapete e mesa de apoio</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Limpar os tubos de cola Retirar a água do tapete para a cuba de resíduos e proceder à limpeza dos rolos com água, sabão e uma esponja
3.		<p><u>Limpeza da prensa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Retirar o tapete superior da prensa e proceder à sua limpeza com Diluente Celuloso, colocando Softboard por baixo da tela. Proceder a limpeza do tapete inferior com recurso de uma espátula e diluente celuloso.
4.		<p><u>Limpeza do espaço envolvente, estruturas e fosso</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Limpar o chão de restos de cola Passar um pano húmido com diluente nas estruturas da máquina Após subir o elevador, prender com as trancas, desligar a máquina e varrer o fosso com o auxílio de uma vassoura e um apanhador
<p>- Deverá ser efetuada a limpeza diária <u>no final de cada turno</u></p> <p>- Deverá ser efetuada a limpeza da tela da Prensa com Diluente Celuloso uma vez por semana, assim como a limpeza do fosso (obrigatório e em turnos alternados)</p> <p>- Colocar cartão e Softboard contaminados com diluente no recipiente próprio colocado no exterior</p> <p>- COLOCAR NOS ROLOS INFERIORES, VEIOS E ORELHAS VASELINA LIQUID</p>		

Figura 43 - Exemplo das alterações propostas nas instruções de limpeza propostas (Prensa 1).

5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

Chegando ao fim deste projeto é possível afirmar que, não se tratando de um sistema simples de implementar, existe efetivamente potencial neste sistema, sustentado pelos resultados obtidos. Apesar de o seu funcionamento ter verificado melhorias com o passar das semanas, não se poderá afirmar que este estabilizou, havendo ainda correções a fazer junto de alguns colaboradores no período final da estadia na empresa. É fundamental que continue a existir um acompanhamento do sistema ao longo do tempo, não só para se atingir um ponto de elevada fluidez dos kanbans pela secção, mas também para evitar a existência de não-conformidades relativamente ao objetivo do sistema, que sem acompanhamento tenderão a acumular e o sistema poderá cair no desuso, assim como deve ter acontecido anteriormente nos sistemas anteriormente experimentados.

De qualquer maneira, analisando os resultados obtidos pode-se afirmar que o sistema foi eficaz no cumprimento dos objetivos propostos. Verificou-se a redução no nível de WIP e foi visível no armazém a redução do nº de paletes presentes devido aos kanbans, sendo ainda afirmado pelo responsável do armazém de planos cortados que “este sistema facilita muito a organização no armazém”.

O sobredimensionamento no cálculo do número de kanbans acabou por não resultar em resultados anómalos, contudo, não será errado afirmar que uma análise num espaço temporal maior poderia ser mais reveladora. Além disso, um maior período poderá apresentar uma ainda maior capacidade deste sistema, não só pela aquisição de mais dados, como também pela melhoria contínua que seria expectável com o hábito crescente dos colaboradores a este método de produção. Trata-se de uma questão a rever futuramente.

Para além disso, a obrigatoriedade dos kanbans passarem pelo gabinete da produção de planos, apesar de contribuir positivamente para o acompanhamento destes e do seu lançamento para produção a par com as ordens de fabrico, é um ponto que merece alguma discussão. Seria uma boa filosofia tentar alterar o fluxo dos kanbans de forma a que estes não tivessem de regressar ao gabinete, ficando em ciclos mais pequenos em que meramente variavam entre o respetivo armazém e máquina onde é produzida a paleta do material. A possibilidade de tornar o sistema mais fluído é real e seria vantajoso para este. No entanto penso que o nível de complexidade iria aumentar para o lado dos colaboradores de uma forma desmotivante e talvez não compense o esforço.

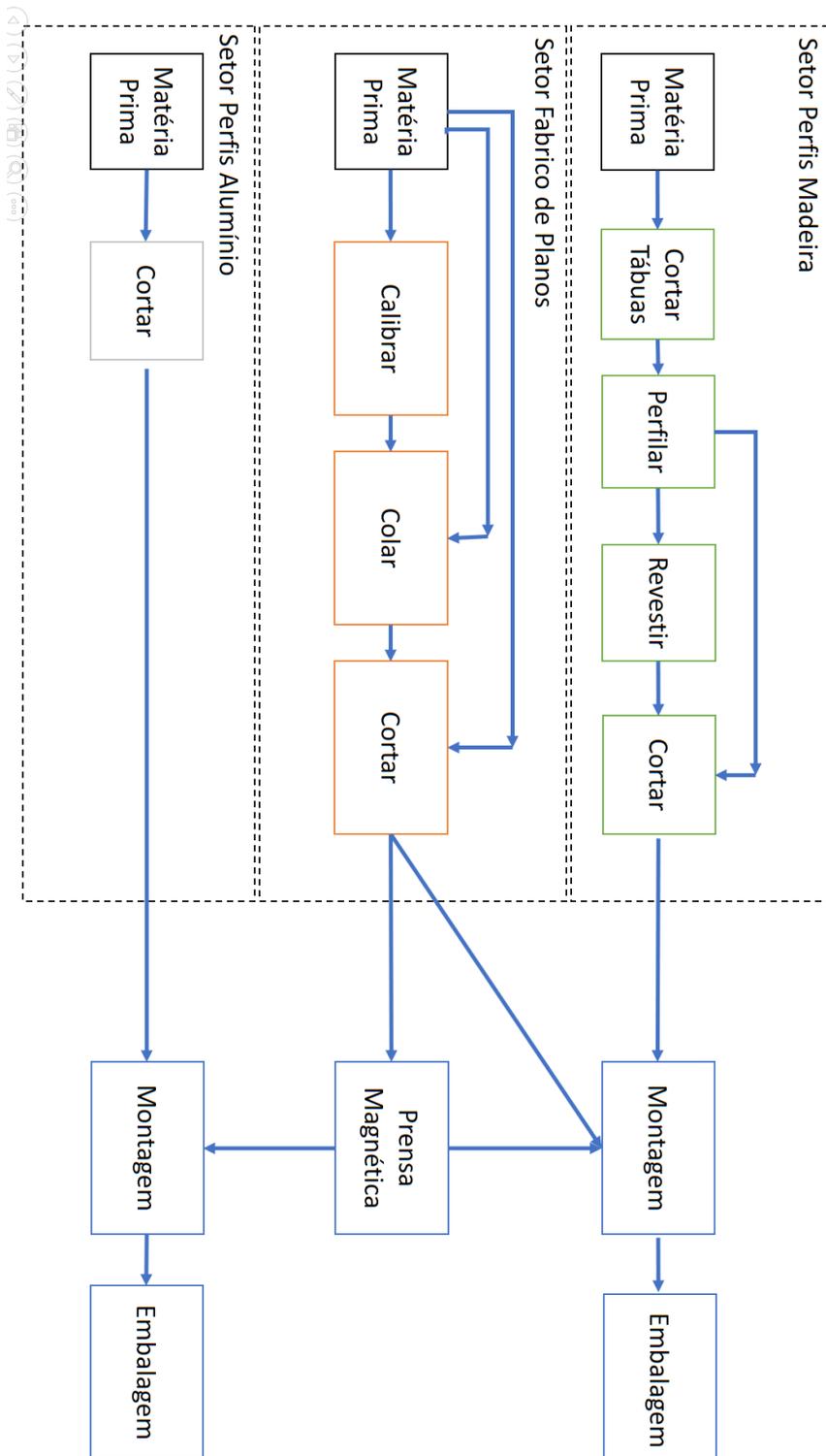
Outra medida possível de analisar futuramente é a introdução de novos produtos no sistema e atualização, se necessária, do nº de kanbans atuais e da quantidade mínima para iniciar produção.

Para além disso uma redefinição visual dos kanbans seria útil para os colaboradores, sobretudo no rodapé, onde seria útil uma letra maior que facilitasse a leitura e identificação rápida de qual o produto. Não será demais salientar uma vez mais a utilidade da redução do nº de folhas associadas ao material, destacando novamente a redundância de ter 3 folhas numa só paleta (ID, ordem de fabrico e Kanban).

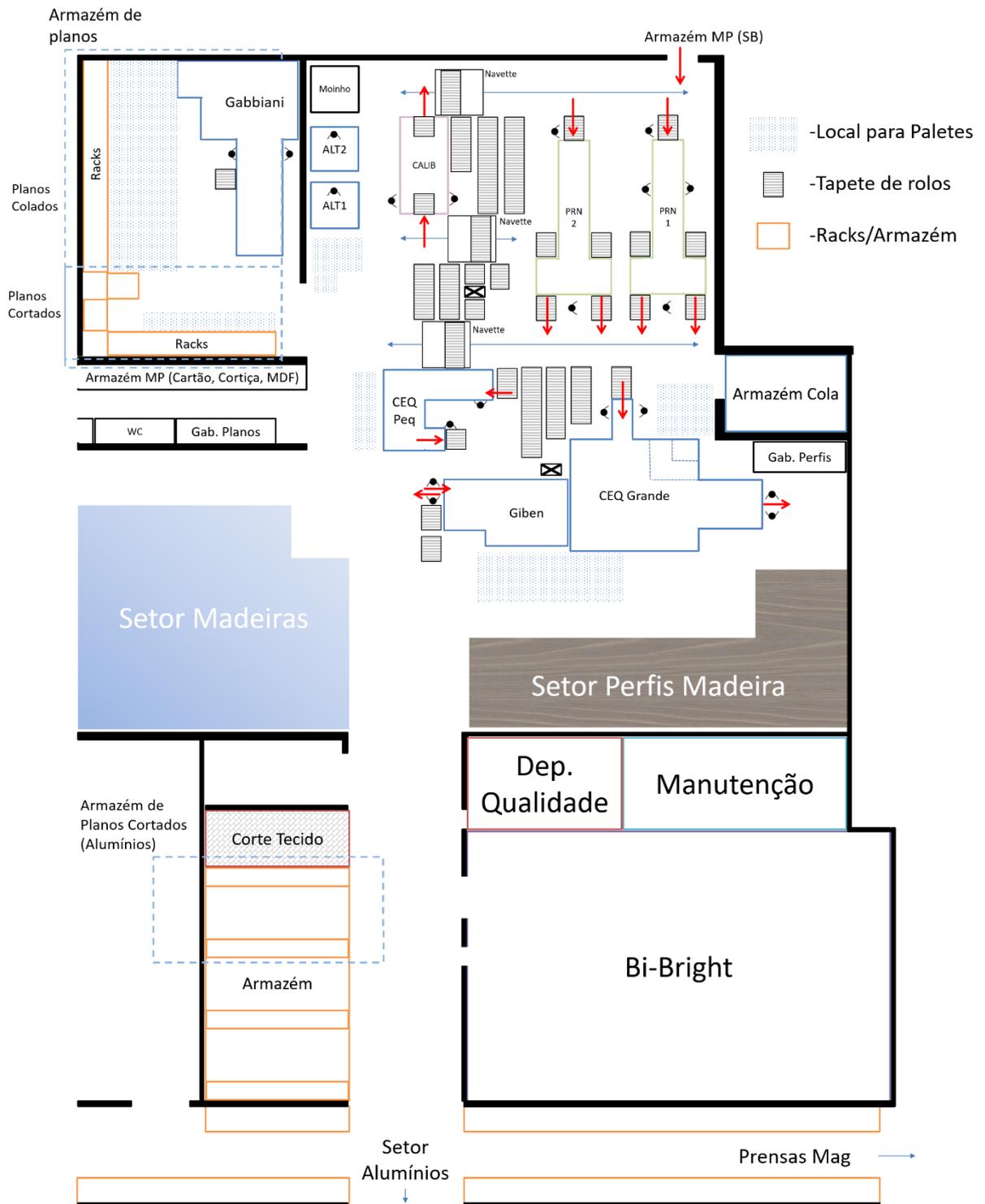
Referências

- Coimbra, E. (2013). Kaizen in Logistics and Supply Chains, US: McGraw-Hill Professional.
- Holweg, M. (2007). "The genealogy of lean production." Journal of Operations Management **25**(2): 420-437.
- Junior, C. (2010). "Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde." inGEPRO- Inovação, Gestão e Produção **02**: 106.
- Kerzner, H. (2013). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, Wiley.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Taylor & Francis.
- Pereira, R. (2009). The Seven Wastes: Be Lean by identifying the non-value-added activities. iSixSigma Magazine. **5**: 3.
- Rodrigues, M. (2014). Introdução: do sistema de produção artesanal ao Lean Manufacturing. Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo Sistemas De Produção Lean Manufacturing. Rio de Janeiro, Elsevier Editora Ltda.: 1-7.
- Rother, M., et al. (2003). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda, Taylor & Francis.
- Sugimori, Y., et al. (1977). "Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system." International Journal of Production Research **15**(6): 553-564.

ANEXO A: Fluxo de Material na produção de Memos



ANEXO B: Planta do Setor de Fabrico de Planos e Setores vizinho



ANEXO C: Etapas da produção de Memos de cortiça



1 - Placas de cartão à entrada da Prensa 1



2 - Cartão colado com revestimento de Cortiça à saída da Prensa 1



3 - Paleta em espera no tapete para ser cortada



4 - Paleta no armazém de planos



5 - Paleta de memos montados, antes de seguir para embalagem

ANEXO E: Características dos 10 produtos selecionados para kanban

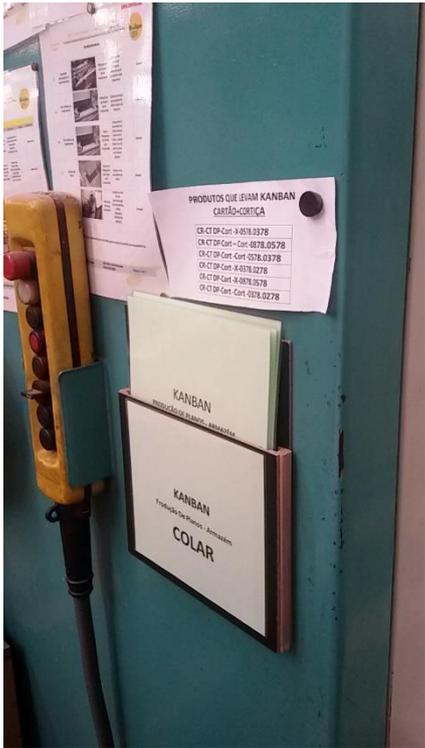
Referência	Núcleo	Revestimento Superior	Revestimento Inferior	Medida de corte	Máquina Corte
CCX0578.0378XXXXX-CR	Cartão	Cortiça	-	60x40	Celaschi Pequena
CCC0878.0578XXXXX-CR	Cartão	Cortiça	Cortiça	90x60	Celaschi Pequena
SXP1175.0875XXXXX1-CR	SB	-	Prata	120x90	Celaschi Grande
CCC0578.0378XXXXX-CR	Cartão	Cortiça	Cortiça	60x40	Celaschi Pequena
MXX0577.0377BBXX3-CR	MDF	-	-	60x40	Gabbiani
SXP0875.0575XXXXX1-CR	SB	-	Prata	90x60	Giben
CCX0378.0278XXXXX-CR	Cartão	Cortiça	-	40x30	Altendorf
CCX0878.0578XXXXX-CR	Cartão	Cortiça	-	90x60	Celaschi Pequena
SCK1175.0875XXXXX8-CR	SB	Cortiça	Papel	120x90	Celaschi Grande
CCC0378.0278XXXXX-CR	Cartão	Cortiça	Cortiça	40x30	Altendorf

Tempo de corte por palete (min)	Prensa	Tempo de colagem por palete (min)	Tempo de cura (h)	Medida de colagem	Relação de Colagem para Corte	Tempo de calibragem (min)
18,5	Prensa 1	39,5	5	80x60	1:2	-
17,9	Prensa 1	46,9	5	90x60	1:1	-
13,9	Prensa 2	17,1	5	120x90	1:1	13,3
18,5	Prensa 1	39,5	5	80x60	1:2	-
43,2	-	-	-	-		-
7,5	Prensa 2	14,6	5	180x120	1:4	10,8
60	Prensa 1	39,5	5	80x60	1:4	-
17,9	Prensa 1	46,9	5	90x60	1:1	-
37,5	Prensa 2	30,0	5	120x90	1:1	13,3
60	Prensa 1	39,5	5	80x60	1:4	-

ANEXO F: Exemplos de caixas colocadas nas máquinas para kanbans utilizados e restantes introduções (avisos e fichas informativas)



Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermédios



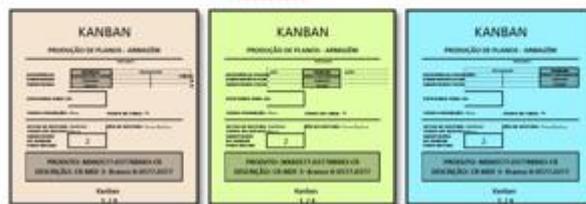
ANEXO G: Fichas de informação

Bi-silque

KANBANS

PRODUÇÃO DE PLANOS – ARMAZÉM

Os Kanbans têm como objetivo garantir a existência de planos prontos para montagem nos setores das Madeiras e Office. Existem 3 tipos de kanbans:

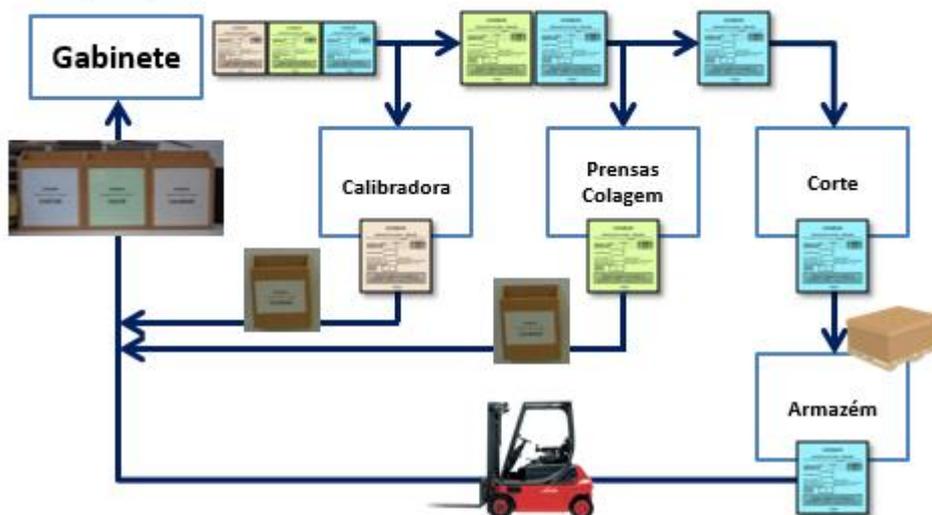


Calibrar

Colar

Cortar

Os Kanbans partem do gabinete do Paulo e irão regressar conforme forem sendo produzidas as respetivas paletes.



Quando as paletes estiverem concluídas, os Kanbans de Calibrar e Colar deverão ser colocados nas respetivas caixas (encontram-se perto das máquinas), indo posteriormente para as caixas iguais no gabinete do Paulo.

Os de corte acompanham as paletes até ao armazém e regressam graças aos empilhadores.

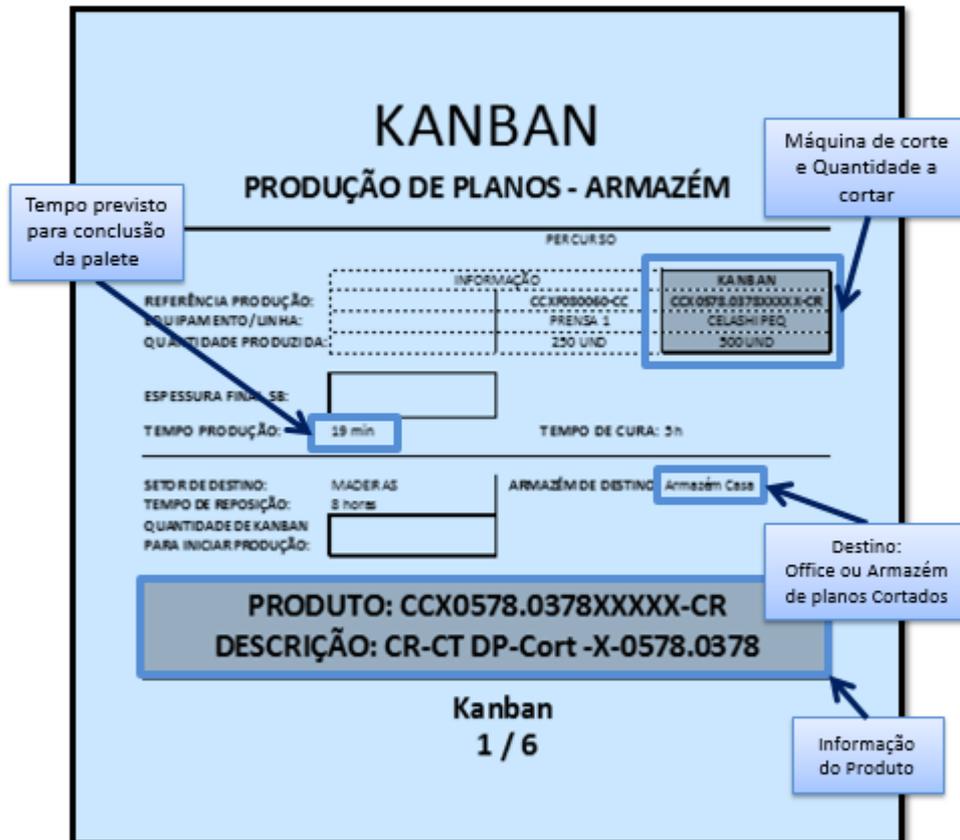


KANBANS

PRODUÇÃO DE PLANOS – ARMAZÉM

CORTE

O kanban vai acompanhar a paleta depois de esta estar concluída, seguindo com a Ordem de Produção e a Folha de Identificação.



Os Kanbans seguirão com a paleta para o respetivo armazém. Quando o empilhador retirar a paleta para montagem, ele mesmo retira o kanban e deixa na respetiva caixa ao pé do Gabinete do Paulo.

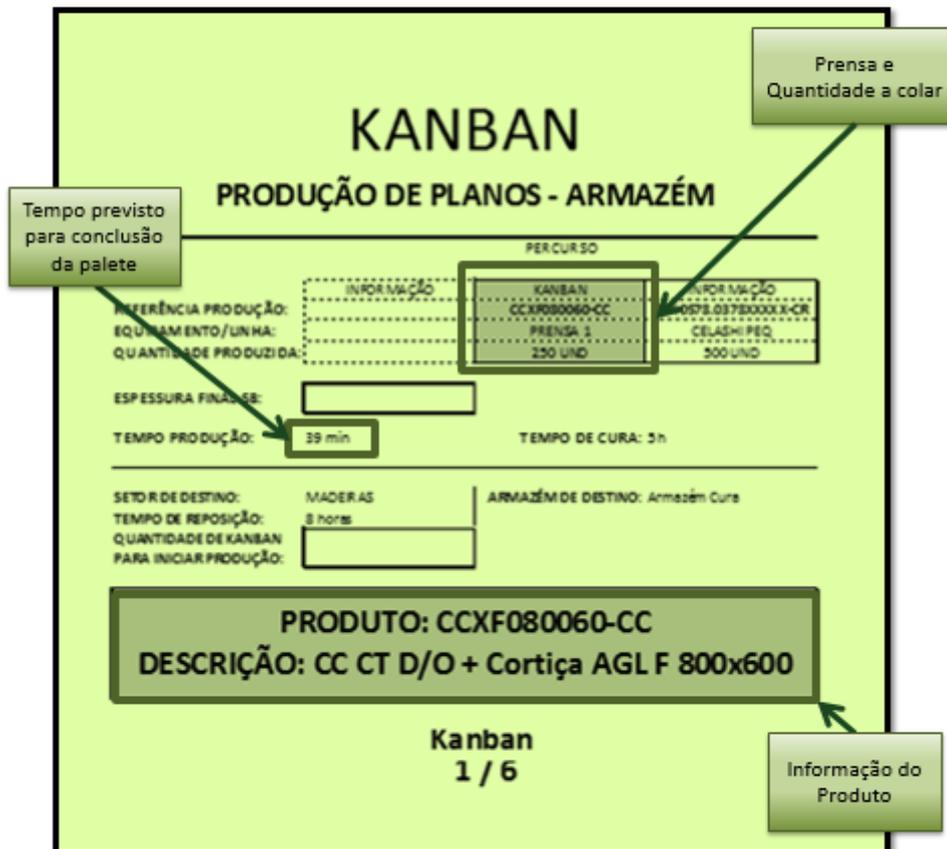


KANBANS

PRODUÇÃO DE PLANOS – ARMAZÉM

COLAGEM

O Kanban verde deve ser colocado na caixa de cortiça quando a respetiva paleta estiver produzida. Depois deverá seguir para Gabinete do Paulo, para a respetiva caixa.



Já o Kanban azul (corte) segue com a paleta. Esta irá para a cura e posteriormente para corte.



KANBANS

PRODUÇÃO DE PLANOS – ARMAZÉM

CALIBRAGEM

O kanban deve ser colocado na caixa de cortiça quando a respetiva paleta estiver produzida. Depois deverá seguir para Gabinete do Paulo, para a respetiva caixa.

KANBAN

PRODUÇÃO DE PLANOS - ARMAZÉM

		PERCURSO	
REFERÊNCIA PRODUÇÃO:	KANBAN	INFORMAÇÃO	INFORMAÇÃO
EQUIPAMENTO/LINHA:	CALIBRADORA	007X120090-CC	90P 1175.0875XXXX1-CR
QUANTIDADE PRODUZIDA:	100 UND	PRENSA 2	CELA-SH GRANDE
ESPESSURA FINAL SE:	13 mm	100 UND	100 UND
TEMPO PRODUÇÃO:	13 min	TEMPO DE CURA: 3h	
SETOR DE DESTINO:	ALUMINIOS	ARMAZÉM DE DESTINO: Tapete	
TEMPO DE REPOSIÇÃO:	8 horas		
QUANTIDADE DE KANBAN PARA INICIAR PRODUÇÃO:	1		

PRODUTO: SOFTBOARD 10mm

Kanban
1 / 30

Espeçura final do Softboard (escrito à mão)

Prensa e Quantidade a colar

Tempo previsto para conclusão da paleta

Devem seguir com a paleta os kanbans verde (colagem) e azul (corte). Esta irá para o tapete e deve-se informar a prensa da próxima fase.

ANEXO H: Documentos de apoio à formação



Bi-silque

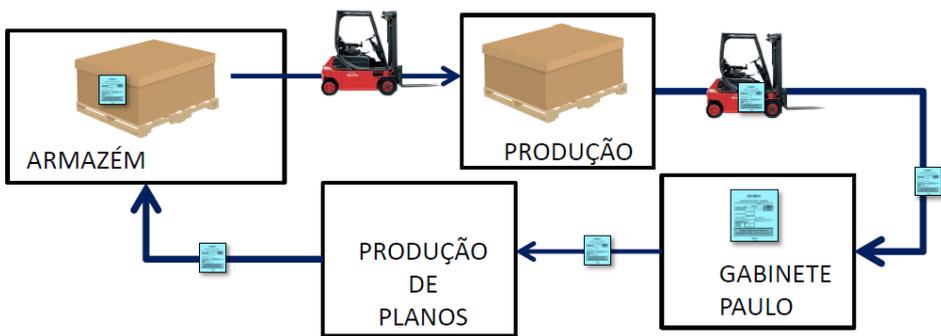
KANBANS

PRODUÇÃO DE PLANOS – ARMAZÉM

O que é um kanban?
É um sinal da necessidade de algo.
Uma folha que avisa que é preciso um determinado produto.

 = precisamos de mais planos!

Com kanbans, deixa de ser preciso andar sempre a verificar se existem planos disponíveis, eles sozinhos vão avisar que é preciso. Um sistema semelhante ao que acontece nos acessórios.



The diagram illustrates a pull production system for plan production. It features four main components: 'ARMAZÉM' (Warehouse), 'PRODUÇÃO' (Production), 'PRODUÇÃO DE PLANOS' (Plan Production), and 'GABINETE PAULO' (Paulo's Office). A forklift is shown moving a pallet of boxes from the Warehouse to the Production area. Another forklift is shown moving a pallet from the Production area to the Paulo's Office. Blue arrows indicate the flow of materials and the return of Kanban cards. Kanban cards are shown being returned from the Paulo's Office to the Plan Production area, and from the Warehouse to the Plan Production area. The Paulo's Office also has a Kanban card on its desk, indicating a need for more plans.

Bi-silque

KANBANS PRODUÇÃO DE PLANOS – ARMAZÉM

EXEMPLO MCDONALDS

Bi-silque

KANBANS PRODUÇÃO DE PLANOS – ARMAZÉM

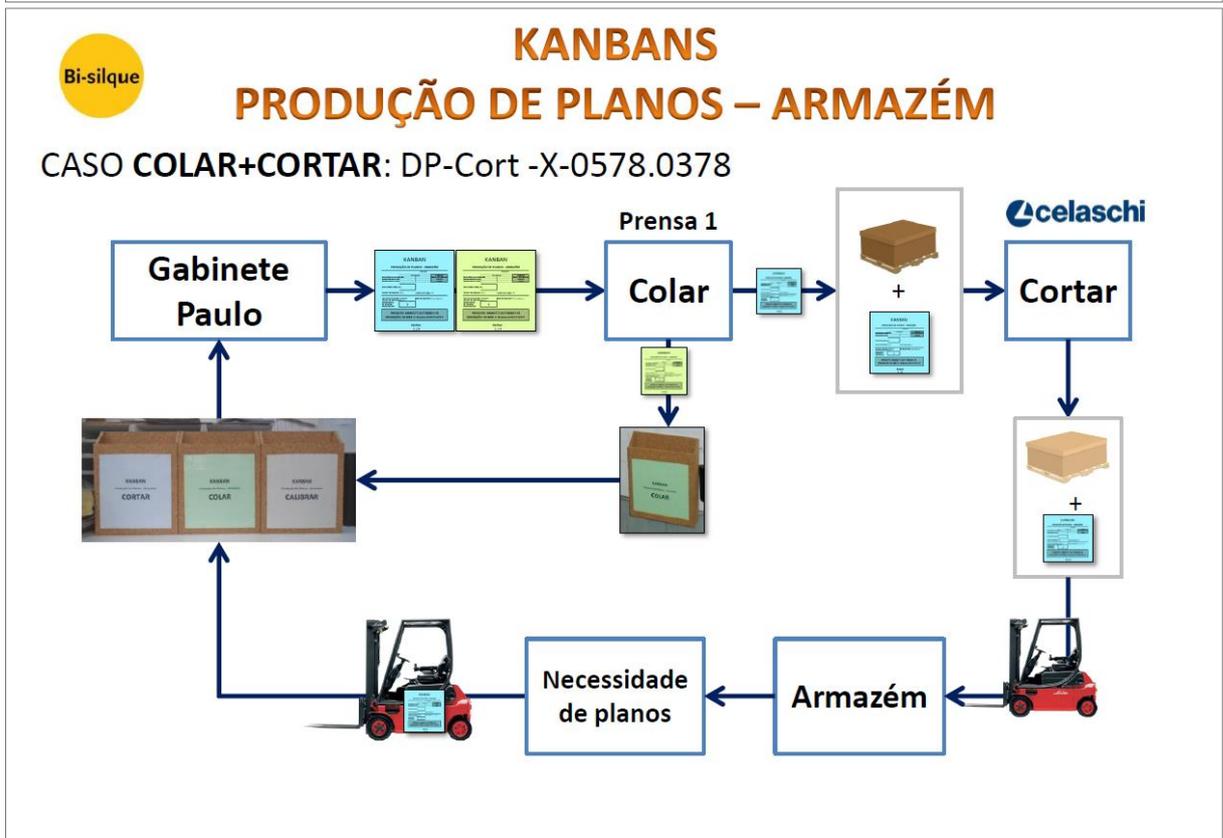
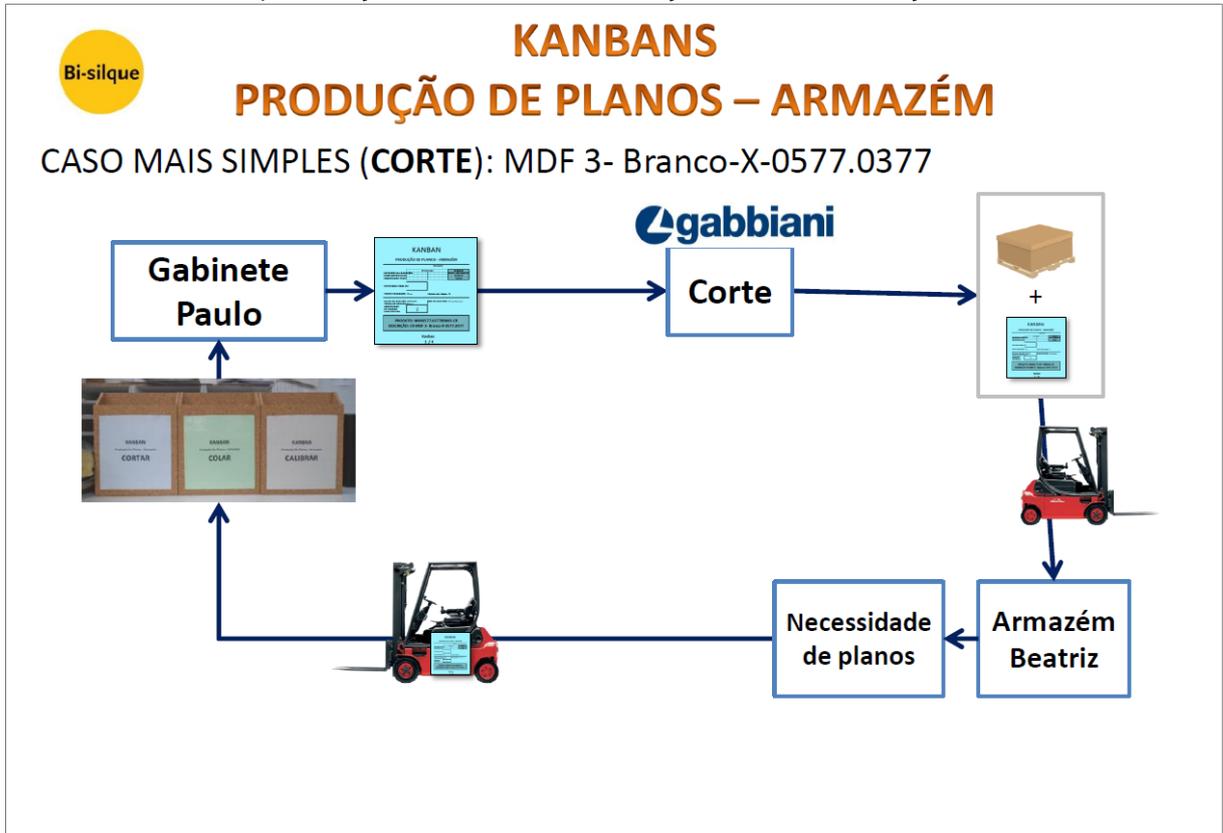
Existem **3 tipos de kanban** e **10 produtos** a utilizá-los.

Alguns produtos usam apenas 1 Kanban (só corte), alguns 2 (colagem e corte) e outros os 3.

	CORTAR	COLAR	CALIBRAR
SB 8,5-Cort PaKF 1175.0875	15	15	15
SB 10-X-PR -0875.0575	10	5	5
SB 10-X-PR -1175.0875	30	30	30
CT DP-Cort -X-0878.0578	8	8	
CT DP-Cort -X-0578.0378	6	6	
CT DP-Cort -Cort -0878.0578	10	10	
CT DP-Cort -Cort -0578.0378	6	6	
CT DP-Cort -X-0878.0578	8	8	
CT DP-Cort -Cort -0378.0278	1	1	
MDF 3- Branco-X-0577.0377	4		

Os kanbans estão organizados no Gabinete do Paulo **por tipo de kanban** e **por produto**.

Quando estiverem reunidos kanbans suficientes de um produto, eles serão lançados para produção.

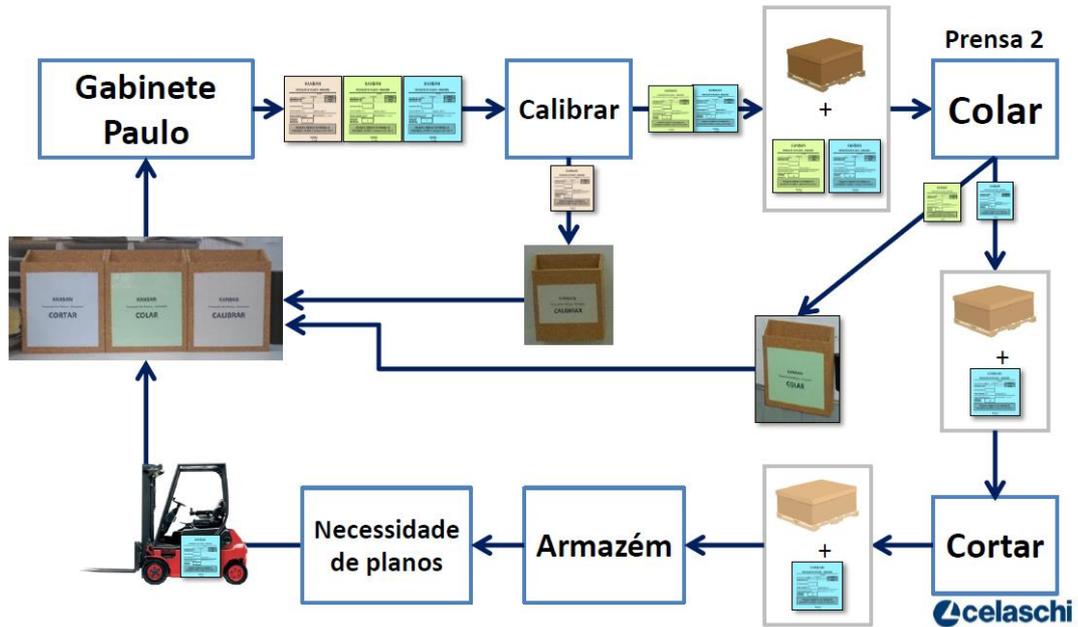




KANBANS

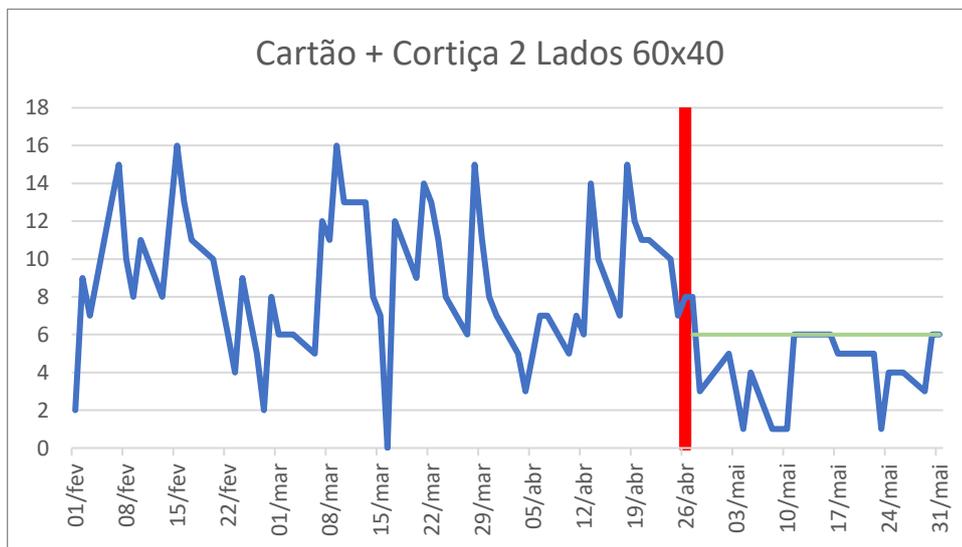
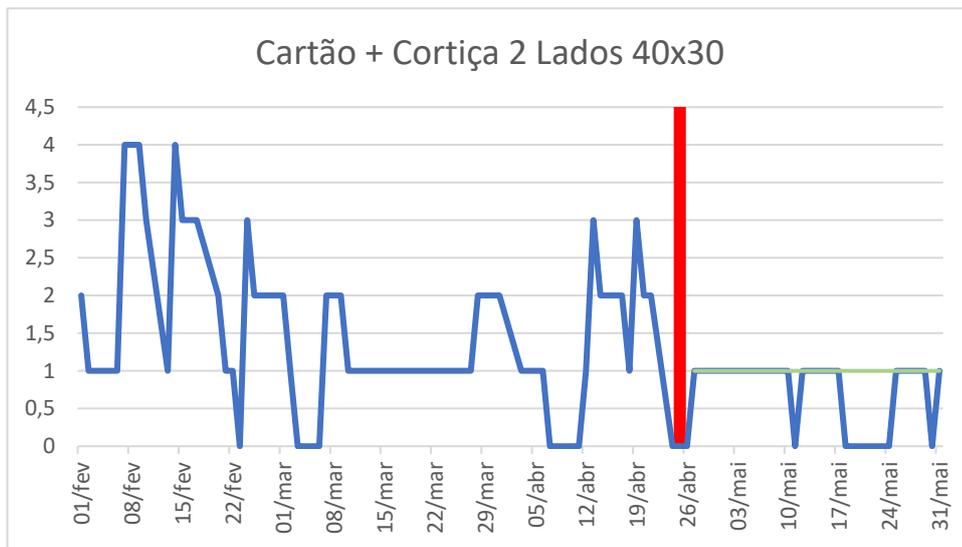
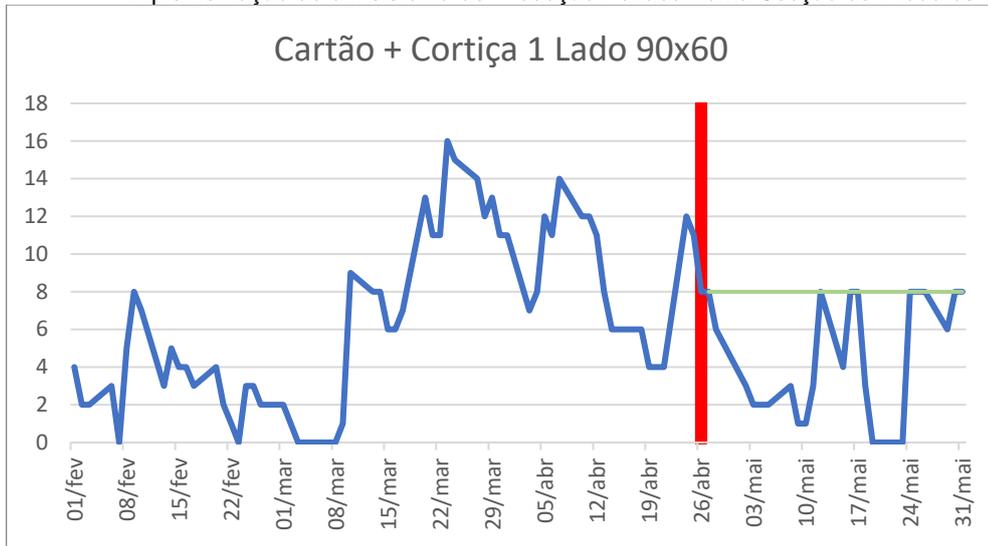
PRODUÇÃO DE PLANOS – ARMAZÉM

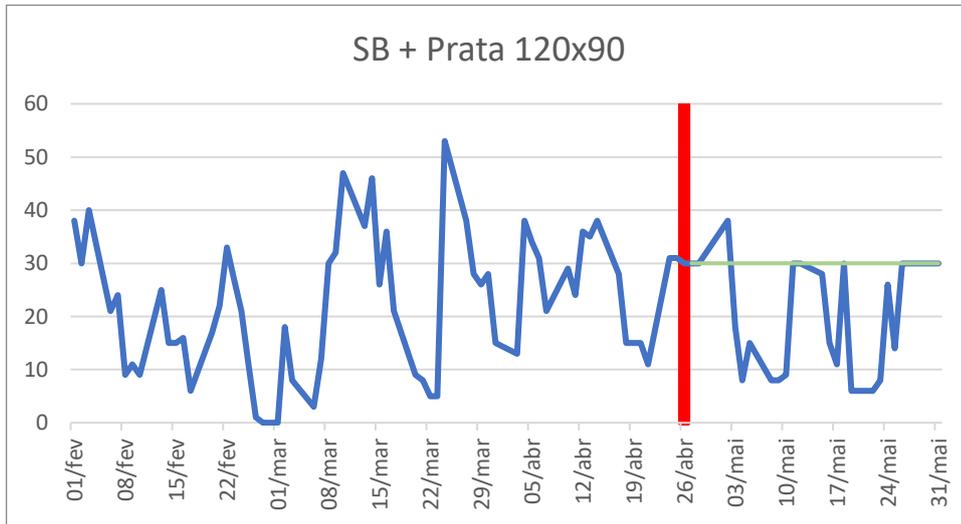
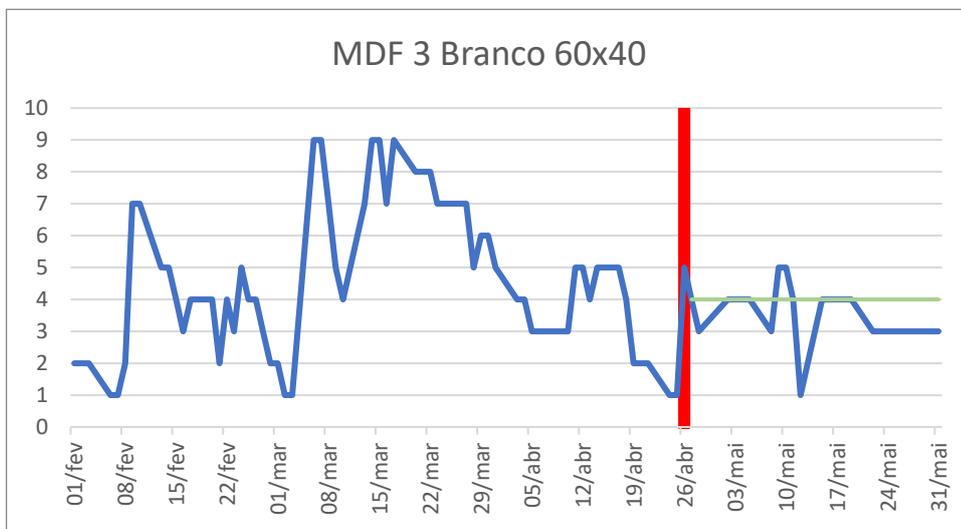
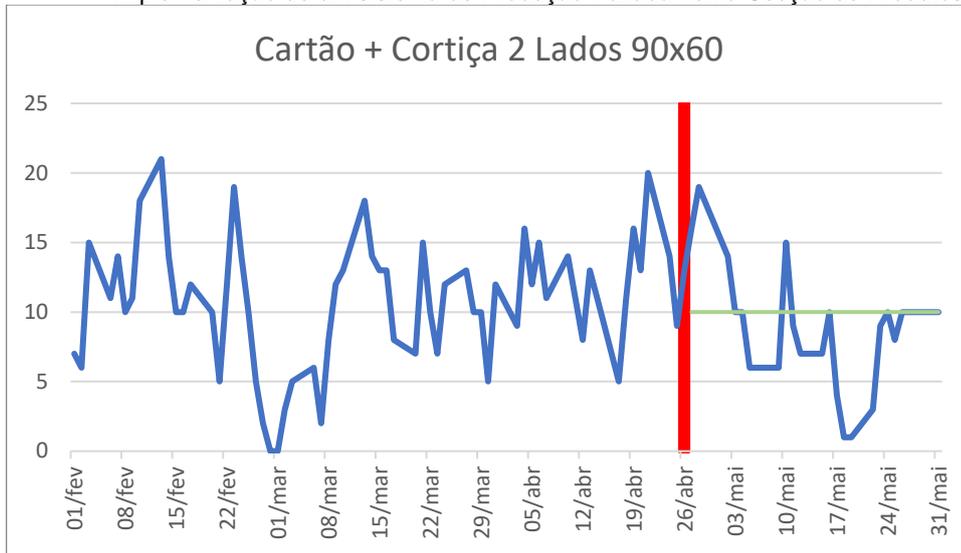
CASO CALIBRAR+COLAR+CORTAR: SB 10-X-PR -1175.0875



ANEXO I: Exemplo de folha de controlo de paletes e rastreio de kanbans

Controlo Kanbans e paletes		PALETES EM ARMAZÉM																	
		CORTE	COLAGEM	CALIB	CONSUMO DIA					PRODUÇÃO DIA									
CORTE	LADO	40X30														Inv. paulo e verificar bts 8:5h Inv. Colagem Beia 9h Inv. Calib 9-10h Inv. cort bea 9-10h Inv. Madeira 10-11h Inv. Office 11-12h Kanbans usados Kanbans a usar Consumo 16:30 Prod 16:30			
		60X40																	
	CORTEÇA	90X60																	
		40X30																	
	LADO	60X40																	
		90X60																	
	MDF	3 BRANCO	60X40 -4																
		60X40 -6	90X60 -10																
	SB	PRATA	120X90 -30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14	15
			90X60 -20	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		28	29	30
PAP+CORTE	120X90	120X90 -15																	
		90X60 -15																	
COLAGEM	LADO	40X30 -2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		60X40 -6																	
	CORTEÇA	90X60 -8																	
		40X30 -1																	
	LADO	60X40 -6																	
		90X60 -10																	
	SB	PRATA	120X90 -30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
			90X60 -20	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	PAP+CORTE	120X90	120X90 -15																
			90X60 -15																
CALIBRADORA	PRATA	120X90 -30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
		90X60 -20	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	SB	PRATA	90X60 -20																
			PAP+CORTE	120X90 -15															





Implementação de um sistema de Produção Puxada numa Secção de Produtos Intermediários

