

**O Lean na produção de quadros de comunicação visual na
Bi-silque - Produtos de Comunicação Visual S.A.**

Lucia Daniela Gonçalves Fernandes

Dissertação de Mestrado

Orientador da FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira

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



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2012-06-29

*“Eles não sabem, nem sonham, que o sonho comanda a vida
Que sempre que um homem sonha o mundo pula e avança
Como bola colorida entre as mãos de uma criança.”*

Pedra Filosofal, António Gedeão

Aos meus Pais e ao Ricardo, por ajudarem na concretização dos meus sonhos.

Resumo

O presente projeto, desenvolvido na Bi-silque – Produção de quadros de comunicação visual S.A., tem como principais objetivos reduzir a área ocupada pelo setor Bi-casa e aumentar a produtividade deste. É de referir que este trabalho foi desenvolvido em ambiente industrial e insere-se no projeto *Bi-Lean* cujo propósito e desafio é a reestruturação *Lean* da unidade fabril.

O alcance das metas estabelecidas implicou a redução do desperdício e a criação de fluxo produtivo entre a seção da montagem e a de embalagem. Para tal, foi necessário resolver inúmeros problemas relacionados com o abastecimento, a qualidade e quebras no fluxo produtivo. Assim sendo, trabalhou-se diretamente no *gemba*, do abastecimento da matéria-prima à embalagem, observando e eliminando os diversos tipos de desperdício, para aumentar a eficiência e eficácia dos processos. Estas ações permitiram a criação de uma linha piloto, que integrou uma máquina de montagem a uma linha de embalagem, o que promoveu a redução de *WIP*, paragens intermédias e manuseamentos repetitivos, entre outros.

A gestão visual foi a principal ferramenta de comunicação utilizada, exemplos disso são a criação do quadro informativo sobre o projeto e a implementação do sistema *kanban* nas suas diversas formas, facilitando a assimilação dos conceitos por parte dos colaboradores tornando-os mais intuitivos.

Os paradigmas enraizados e a dependência de *know-how* dos colaboradores foram os principais obstáculos observados, condicionando no tempo a implementação das ações. Contudo, os objetivos a que se proponha este projeto foram superados, aumentando a produtividade e diminuindo a área de ocupação do setor. Por outro lado, foi possível criar um fluxo produtivo que respeitasse o *takt time* pretendido e diminuísse consideravelmente o *lead time* de produção. Desta forma, o setor Bi-casa adaptou-se ao mercado respondendo às necessidades do cliente, de forma rápida e eficaz.

Lean in the production of visual communication boards

Abstract

This project, developed in the Bi-silque - Production of visual communication boards SA, whose main objectives are to reduce the area occupied by the Bi-home industry and increase the productivity of this. It should be noted that this work was developed in an industrial environment and is part of the Bi-Lean project whose purpose and challenge is the restructuring of Lean manufacturing unit.

The reach of goals established implied the reduction of waste and creating a productive flow between the assembly section, and packaging section. To this, it was necessary to solve numerous problems related to the supply, the quality and the breaks in the production flow. Thus, we worked directly on the *gemba*, the supply of raw materials to packaging, observing and eliminating the different types of waste, to increase the efficiency and effectiveness of processes. These actions enabled the creation of a pilot line, which incorporated an assembly machine to a packaging line, which caused a reduction of WIP, intermediate stops and repetitive manipulations, among others.

The visual management was the main communication tool used examples are the creation the framework information about the project to implement the *Kanban* system in its various forms, facilitating the assimilation of concepts by employees making them more intuitive.

The paradigms rooted and dependencies of know-how of the employees were the main obstacles observed, conditioning time to implement these actions. However, the objectives that this project proposes to have been overcome by increasing productivity and reducing the occupation sector area. Moreover, it was possible to create a flow that respected the takt time desired and decreased considerably the production lead time. Thus, the Bi-home sector has adapted to the market responding to customer's needs quickly and effectively.

Agradecimentos

O sucesso deste projeto não teria sido possível sem o contributo de inúmeras pessoas que me facultaram as condições necessárias para a realização do mesmo. Como tal expresso o meu sincero agradecimento:

Ao Prof. Hermenegildo Pereira, orientador na FEUP, pela disponibilidade e orientação demonstrada ao longo do projeto e pela sua meticulosidade na apreciação deste documento que em muito contribuiu no seu aperfeiçoamento.

Ao Eng.º Abel Maia, orientador na Empresa, pelo apoio e confiança sempre demonstrada ao longo do projeto, assim como, pela oportunidade em o realizar.

A todos os colaboradores da Empresa envolvidos no projeto, dos operadores às chefias, que contribuíram com o seu empenho e trabalho para o sucesso do mesmo.

Ao Eng.º João Sá, consultor *Lean*, pela orientação e cooperação ao longo do projeto.

A todos aqueles que me acompanharam e amparam ao longo do curso e que muito contribuíram ao meu desenvolvimento pessoal.

Não poderia deixar de agradecer à minha família, em especial os meus pais, por lutarem ao meu lado em pró dos meus sonhos, por me apoiarem incondicionalmente ao longo de todo o curso, e particularmente à minha mãe, por me demonstrar que desistir nunca é solução. Sem esquecer o Ricardo que, pela sua generosidade e compreensão, tornou as mágoas e as dificuldades da vida mais fáceis de superar.

Índice de Conteúdos

1. Introdução	1
1.1. Apresentação da Bi-silque – Produtos de Comunicação Visual S.A.	1
1.2. Projeto na Empresa	3
1.3. Organização do Presente Relatório	3
2. Estado de arte	4
2.1. Origens do Lean.....	4
2.2. Desperdício	6
2.3. Métodos do Lean	10
2.4. Técnicas e Ferramentas do Lean.....	12
2.5. Paradigmas	14
3. Análise do Produto	15
3.1. Produto vs. Dimensões	15
3.2. Produto vs. Perfil.....	16
3.3. Produto vs. Plano.....	16
4. Situação Inicial	17
4.1. Secção de Perfil	18
4.2. Secção de Planos	21
4.3. Secção de Montagem	22
4.4. Secção de Embalagem	25
4.5. Síntese do Diagnóstico	28
5. Desenvolvimento e Monitorização de Ações	29
5.1. Fluxo Informativo no Chão-de-Fábrica.....	30
5.2. Rutura de Stock dos Perfis.....	30
5.3. Rutura de <i>stock</i> dos planos.....	31
5.4. Perfil não conforme	33
5.5. Tempos de <i>Setup</i>	34
5.6. Linha Piloto	35
5.7. Informação entre Montagem e Embalagem	38
5.8. Rutura de <i>stock</i> dos acessórios	39
5.9. <i>Stock</i> e abastecimento de caixas	40
5.10. Rutura de <i>stock</i> dos rótulos do produto.....	41
5.11. Problemas Técnicos Do equipamento	41
6. Resultados obtidos.....	42
6.1. Abastecimento	42
6.2. Conformidade.....	42
6.3. Linha Piloto	43
6.4. Lead time e Tempos de Entrega	45
6.5. Área ocupada.....	46
7. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	47
8. Referências	49
ANEXO A: Exemplo de um cartão <i>kanban</i> para planos	50

ANEXO B:	Gráfico de causa-efeito quanto aos problemas de qualidade do perfil de pinho	51
ANEXO C:	Instrução visual para mudança de ferramenta das máquinas de montagem	52
ANEXO D:	Matriz produto-processo	54
ANEXO E:	Folha de registo sobre inatividade da linha piloto	55
ANEXO F:	Percurso do comboio logístico	56
ANEXO G:	Supermercado para acessórios associado ao sistema <i>kanban</i>	57
ANEXO H:	Cartões <i>kanban</i> para caixas de cartão.....	58
ANEXO I:	Instrução visual para manutenção autónoma	59
ANEXO J:	Evolução dos tempos de paragens	60
ANEXO K:	<i>Layout</i> inicial do setor Bi-casa.....	61
ANEXO L:	<i>Layout</i> do setor Bi-casa depois das ações implementadas	62
ANEXO M:	Projeto para o <i>layout</i> do setor Bi-casa	63

Siglas

AMP	Armazém de matéria-prima
APA	Armazém de produtos acabados
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
JIT	<i>Just-in-time</i>
MDF	<i>Midium-density Fiberboard</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Control-Action</i>
PVC	Poli cloreto de vinila
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
SMED	<i>Single-Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Process Management</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
WIP	<i>Work-in-Progress</i>

Índice de Ilustrações

Ilustração 1: Instalações da Bi-silque - Produtos de Comunicação Visual S.A. (fonte: www.bisilque.com).....	1
Ilustração 2: Setor Bi-casa.....	2
Ilustração 3: Setor Bi-office	2
Ilustração 4: Produtos do Setor Bi-casa (fonte: www.bisilque.com)	2
Ilustração 5: A casa do TPS (fonte: adaptado de Pinto 2009)	5
Ilustração 6: Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (fonte: adaptado de Pinto 2009).....	7
Ilustração 7: O <i>stock</i> encobre problemas (fonte: Suzuki, 2010)	9
Ilustração 8: Sistema Pull (fonte: adaptado de (Pinto 2009)).....	11
Ilustração 9: Exemplo de um produto com aro natural e plano de cortiça.	15
Ilustração 10: Gráfico de análise ABC dos produtos quanto às suas dimensões.	15
Ilustração 11: Gráfico dos planos utilizados nos produtos com dimensão 90x60 cm.....	16
Ilustração 12: Gráfico dos planos utilizados nos produtos com dimensão 90x60 cm.....	16
Ilustração 13: Layout do setor das madeiras.	17
Ilustração 14: <i>Layout</i> da secção de corte de perfil (à esquerda a secção I e à direita a secção II).	18
Ilustração 15: <i>Layout</i> da secção da montagem.	22
Ilustração 16: <i>Layout</i> da secção de embalagem.....	26
Ilustração 17: Quadro informativo no <i>gemba</i>	29
Ilustração 18: Carro <i>kanban</i> para perfil.	30
Ilustração 19: Fluxo do sistema <i>kanban</i> de perfil.	31
Ilustração 20: Fluxo <i>kanban</i> de planos.	32
Ilustração 21: Quadro <i>kanban</i> e exemplo de um cartão.	32
Ilustração 22: Quadro informativo sobre perfil conforme e não conforme.	33
Ilustração 23: Grade identificada para “pontas”.....	33
Ilustração 24: Gráfico da evolução do perfil não conforme de 90 e 60 cm verificado na secção de montagem.	34
Ilustração 25: As caixas anteriores utilizadas para colocar perfis rejeitados e a caixa atual....	34
Ilustração 26: Gráfico da evolução da duração da mudança de ferramenta na secção de montagem.	35
Ilustração 27: Linha piloto e seu <i>layout</i>	35
Ilustração 28: Gráfico do balanceamento da linha piloto.	36

Ilustração 29: Sinal luminoso na linha piloto. piloto.....	38
Ilustração 30: Móvel sequenciador para a linha piloto.....	38
Ilustração 31: Supermercado dos acessórios na secção de embalagem.....	40
Ilustração 32: Zona de armazenamento das caixas de cartão: antes e depois do sistema <i>kanban</i>	40
Ilustração 33: Quadro <i>kanban</i> das caixas.	41
Ilustração 34: <i>Stock</i> mínimo dos rótulos do produto e quadro para pedido de reposição	41
Ilustração 35: Gráfico do inventário de perfil de pinho.....	42
Ilustração 36: Inspeção do produto à saída da máquina (antes e depois).	43
Ilustração 37: <i>Stock</i> de WIP: antes e depois das ações implementadas.....	43
Ilustração 38: Gráfico de evolução da produção da linha piloto.	44
Ilustração 39: Gráfico da evolução do tempo médio de inatividade num dia laboral.	44
Ilustração 40: Gráfico da evolução da produtividade da linha piloto.....	45
Ilustração 42: Gráfico que indica o cumprimento dos prazos de entrega.....	46
Ilustração 41: Gráfico explícito o <i>lead time</i> de produção.....	46
Ilustração 43: Armazenamento do perfil revestido antes e depois da medida implementada. .	46
Ilustração 44: Exemplo de um cartão <i>kanban</i> para os planos.....	50
Ilustração 45: Gráfico de causa-efeito quanto aos problemas de qualidade do perfil de pinho.	51
Ilustração 46: Matriz produto-processo: primeiro por tipo de planos e, na imagem seguinte, por dimensão e máquina.	54
Ilustração 47: Comboio logístico e percurso do mesmo.....	56
Ilustração 48: Supermercado de acessórios e exemplo de identificação para as caixas.....	57
Ilustração 49: Zona de armazenamento de acessórios no chão-de-fábrica (antes).....	57
Ilustração 50: Quadro para cartões <i>kanban</i> dos acessórios e exemplo de cartão <i>kanban</i> dos acessórios.....	57
Ilustração 51: Exemplo de cartão <i>kanban</i> para caixas.....	58
Ilustração 52: Gráfico de evolução dos tempos de paragem (minutos por mês).	60
Ilustração 53: <i>Layout</i> inicial do setor Bi-casa.	61
Ilustração 54: <i>Layout</i> da secção de montagem e embalagem após as ações implementadas (a vermelho as alterações).	62
Ilustração 55: Proposta para novo <i>layout</i>	63

Índice de Tabelas

Tabela 1: Principal matéria-prima utilizada na confecção dos produtos no setor Bi-casa.....	2
Tabela 2: Os três MU's (fonte: www.leanop.com)	6
Tabela 3: Nomenclatura utilizada no mapeamento do fluxo de operações	7
Tabela 4: Exemplos de questões a colocar aquando de um problema (fonte: (Pinto 2009)) ...	13
Tabela 5: Secção do setor Bi-casa.	17
Tabela 6: Equipamentos da secção II de corte de perfil.	19
Tabela 7: Fluxo de operações da secção de corte de perfil.	20
Tabela 8: Fluxo de operações na secção dos planos.....	21
Tabela 9: Equipamentos presentes na secção de montagem.	23
Tabela 10: Fluxo de operações na secção de montagem.	24
Tabela 11: Distâncias percorridas e temporização das tarefas dos operadores nas máquinas de 90x60 e 60x40 cm.	24
Tabela 12: O fluxo de operações na secção de embalagem.	27
Tabela 13: Tarefas e distâncias percorridas de cada funcionário em cada linha de embalagem.	28
Tabela 14: Ações desenvolvida para o correto funcionamento da linha piloto.....	30
Tabela 15: Número de <i>kanbans</i> para os planos de cortiça.	32
Tabela 16: Tipos de paragens registadas na linha piloto, causas e ações a implementar.	37

1. Introdução

Este capítulo compreende a apresentação da Empresa, na qual esta dissertação foi desenvolvida, referindo a sua evolução histórica. De seguida apresenta-se o âmbito do projeto e a metodologia utilizada, assim como, a organização do presente relatório.

1.1. APRESENTAÇÃO DA BI-SILQUE – PRODUTOS DE COMUNICAÇÃO VISUAL S.A.

Fundada em 1979 por Virgílio Vasconcelos e Aida Vasconcelos, sua esposa, a Bi-silque - Produtos de Comunicação Visual S.A. nasceu numa garagem em Esmoriz, tendo como finalidade a produção e comercialização de produtos de cortiça para casa e para escritório. Nos primórdios da sua atividade, a evolução da empresa contemplava conquistar o mercado externo. Este pensamento aliado a produtos inovadores e com valor para o



Ilustração 1: Instalações da Bi-silque - Produtos de Comunicação Visual S.A. (fonte: www.bisilque.com)

cliente, determinou um crescimento rápido da Empresa. Esta envergou por novos mercados e diversificou a sua oferta tornando-se conhecida e reconhecida internacionalmente no setor dos produtos de comunicação visual. Hoje, produz e comercializa artigos de comunicação visual para casa e escritório, assim como, utilidades domésticas.

Vários foram os prémios auferidos a Bi-silque - Produtos de Comunicação Visual S.A. ao longo dos seus 30 anos de existência. Ao nível internacional, foi premiada como melhor distribuidor e melhor fornecedor. Ao nível nacional, foi considerada uma das melhores PME, sendo reconhecida em 2009 pela IAPMET com o prémio do mérito empresarial. A notoriedade conquistada ao longo dos anos permitiu-lhe ser hoje líder, na produção de quadros, no mercado europeu.

A expansão e consolidação nos mercados internacionais é sem dúvida a prioridade da Empresa. Atualmente, cerca de 83% das suas vendas são nesses mercados que abrangem 49 países em cinco continentes, sendo os produtos desenvolvidos prioritariamente para o mercado de exportação.

A Bi-silque - Produtos de Comunicação Visual S.A. pertence a *holding* Bi-silque SGPS S.A. fundada em 2007. Para além desta, esta sociedade engloba a Bi-silque – Produtos de Comunicação Visual LTD (UK), Bi-silque – Produtos de Comunicação Visual INC (EUA), a Bi-joy – Distribuição e Comercialização de Produtos Representados S.A., Bi-bloco – Produtos de Comunicação S.A. e também, Bi-bright – Comunicação Visual Interativa S.A..

Aquando da inauguração, em Junho de 2009, do novo espaço que iria acolher a Bi-bloco e a Bi-Bright, o então Ministro da Economia, Manuel Pinho, disse “Esta empresa é um exemplo do que os portugueses podem conseguir. É uma empresa familiar que evoluiu muito e hoje é verdadeiramente espetacular.” (“Manuel Pinho inaugura em esmoriz fábrica do Grupo Bi-Silque ” 2009).

A Bi-silque S.A. é subdividida essencialmente em dois setores:

- Bi-casa: dedicada aos produtos para casa e aplicações domésticas;
- Bi-office: orientada para os produtos de escritório e aplicações profissionais.



Ilustração 2: Setor Bi-casa



Ilustração 3: Setor Bi-office

Setor Bi-casa

O setor Bi-casa centra-se essencialmente em produtos orientados para uso doméstico tais como, quadros magnéticos, de cortiça ou até de tecido, assim como, calendários, porta-fotos, relógios de cozinha entre outros.



Ilustração 4: Produtos do Setor Bi-casa (fonte: [www:bisilque.com](http://www.bisilque.com))

A matéria-prima utilizada é diversificada sendo alguns exemplos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Principal matéria-prima utilizada na confeção dos produtos no setor Bi-casa.

MATÉRIA-PRIMA DO PERFIL	MATÉRIA-PRIMA DO PLANO
Aro natural de Pinho	Magnético
MDF ¹ revestido (aro 22 e aro 16)	Cartão com cortiça (fino e/ou normal)
	Softboard com tecido
	PVC

¹ Placa de fibra de madeira de média densidade.

1.2. PROJETO NA EMPRESA

Para sustentar o crescimento no mercado internacional, a Bi-silque S.A. sentiu a necessidade de melhorar a sua eficiência, principalmente a nível operacional. Desta forma, a atual administração, liderada por André Vasconcelos, filho do fundador, decidiu adotar metodologia *Lean Manufacturing* na cadeia de valor. Para isso principiou o projeto *Bi-Lean* e contratou uma empresa de consultadoria especializada na metodologia pretendida. Esta coordena as ações Lean através de *workshops* semanais com um grupo de trabalho constituído por funcionários dos vários setores da empresa (duração de um dia). Como tal, os *workshops* têm como objetivo identificar e resolver problemas de forma a, prioritariamente, eliminar o desperdício e seguidamente, melhorar os processos.

O projeto que fundamenta esta dissertação tem uma dinâmica determinada pelos *workshops* no setor Bi-casa e é monitorizado nas ações pela evolução dos indicadores de qualidade e produtividade adotados na abordagem *Lean* e destacados em quadros que apresentam o PDCA (atualizado após cada *workshop*), gráficos com a evolução dos indicadores e a equipa de trabalho envolvida no projeto. Semanalmente realiza-se uma reunião de ponto de situação e planeamento das ações futuras, com a equipa envolvida. No setor Bi-casa, os principais desafios são reduzir a área ocupada e aumentar a produtividade.

A redução o desperdício e a criação de fluxo produtivo serão os alvos do projeto a fim de alcançar as metas pretendidos. Os vários tipos de desperdício são visíveis na unidade fabril, sendo o principal o nível de *stock* de *work-in-progress* (WIP), originado pela ausência de fluxo produtivo, constituído por peças que se encontram inacabadas, mas que não podem ser consideradas matéria-prima porque foram sujeitas a pelo menos uma operação de transformação. Como tal, já apresentam valor acrescentado na mão-de-obra empregue na sua transformação e nos materiais utilizados.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO PRESENTE RELATÓRIO

O capítulo um desta dissertação apresenta a Empresa onde decorreu o projeto. O capítulo dois apresenta o estado de arte, presente na abordagem e orientação do projeto, isto é, o *Lean* e a sua evolução, assim como, as suas metodologias e ferramentas. A filosofia *Kaizen*, o *Just-in-Time* (JIT), ou ainda o sistema *kanban* são alguns conceitos aí apresentados. O capítulo três explícita a análise aos produtos do setor Bi-casa de forma a identificar quais os alvos do projeto. No capítulo quatro, para além do diagnóstico à situação inicial, também se identifica o *layout* no início do projeto assim como, os fluxos de abastecimento. O capítulo cinco enfatiza as ações levadas a cabo ao longo do projeto e a monitorização dos indicadores. No capítulo seguinte evidenciamos os resultados obtidos e no capítulo sete as conclusões e perspetivas de trabalho futuro.

2. Estado de arte

Neste capítulo explicitam-se os fundamentos do *Lean* assim como as metodologias e ferramentas associadas a esta linha de pensamento. Estas serão passíveis de serem utilizadas no decorrer da dissertação, com o intuito de alcançar as metas propostas.

2.1. ORIGENS DO LEAN

O termo “Lean” foi difundido em massa com a publicação do livro de Womack e Jones “A Máquina que Mudou o Mundo” em 1990, mas a verdade é que o conceito já existia desde a década de 50. Este livro, aclara o aparecimento do *lean* e como surgiu na Toyota, ficando conhecido como o Sistema de Produção Toyota (TPS). No ponto seguinte, alongar-nos-emos sobre este tema, tendo por base o livro em questão (Womack, Jones, and Roos 2004).

Sistema de Produção Toyota

Fundada em 1937, a *Toyota Motor Company* é hoje considerada das mais eficientes indústrias com uma qualidade inigualável no setor da produção de veículos motorizados. Até alcançar este patamar, foram muitos os obstáculos que esta empresa enfrentou para sobreviver e destacar-se perante os seus concorrentes.

As dificuldades sentidas no Japão no pós-guerra refletiram-se, em 1949, num colapso nas vendas que forçou a Toyota a rever toda a sua organização. Após Eiji Toyoda visitar a fábrica Rouge da Ford, em Detroit, ponderou aplicar os conhecimentos adquiridos para melhorar o sistema de produção. Porém, após análise, ele e o principal engenheiro da Toyota, Taiichi Ohno, perceberam que a produção em massa não era a melhor solução. O método artesanal utilizado na época também não lhe conferia a competitividade e o destaque desejado. Desta forma, procuraram uma metodologia adaptada as suas necessidades e a recursos financeiros exíguos: nasceu assim o *Lean*.

A crise financeira, que levou o Japão para a depressão, obrigou o presidente da Toyota, Kiichira Toyoda, a demitir um quarto da força de trabalho. Porém, essa medida criou uma onda de revolta que acabou por levar à saída do presidente da empresa e a introdução direitos sem precedentes para os trabalhadores. Esses direitos, implicavam, entre outros, remuneração com base no tempo de serviço, assim como, emprego vitalício. Ohno percebeu de imediato as implicações desses compromissos que implicavam trabalhadores qualificados, com conhecimentos e experiências. Com base nesta mudança, Ohno decidiu quebrar com os mitos do sistema da Ford, que considerava um sistema inundado pelo desperdício. Para tal criou grupos de trabalho com um líder de equipa (eliminando o supervisor) aos quais forneceu uma série de tarefas a concretizar em equipa. De seguida, atribui-lhe tarefas de limpeza, pequenas reparações e posteriormente o autocontrolo para assegurar o fazer bem sempre. A última fase desta experiência consistiu na marcação de um horário periódico onde a equipa poderia sugerir melhorias: aperfeiçoamento contínuo e gradual, o *Kaizen*.

A herança da Toyota neste âmbito foi a casa do *Toyota Production System*, que resume todo o sistema (Ilustração 5). Este foi gerado para proporcionar aos trabalhadores ferramentas e metodologias dirigidas para a melhoria contínua, que se reflete como uma cultura (Pinto 2009).

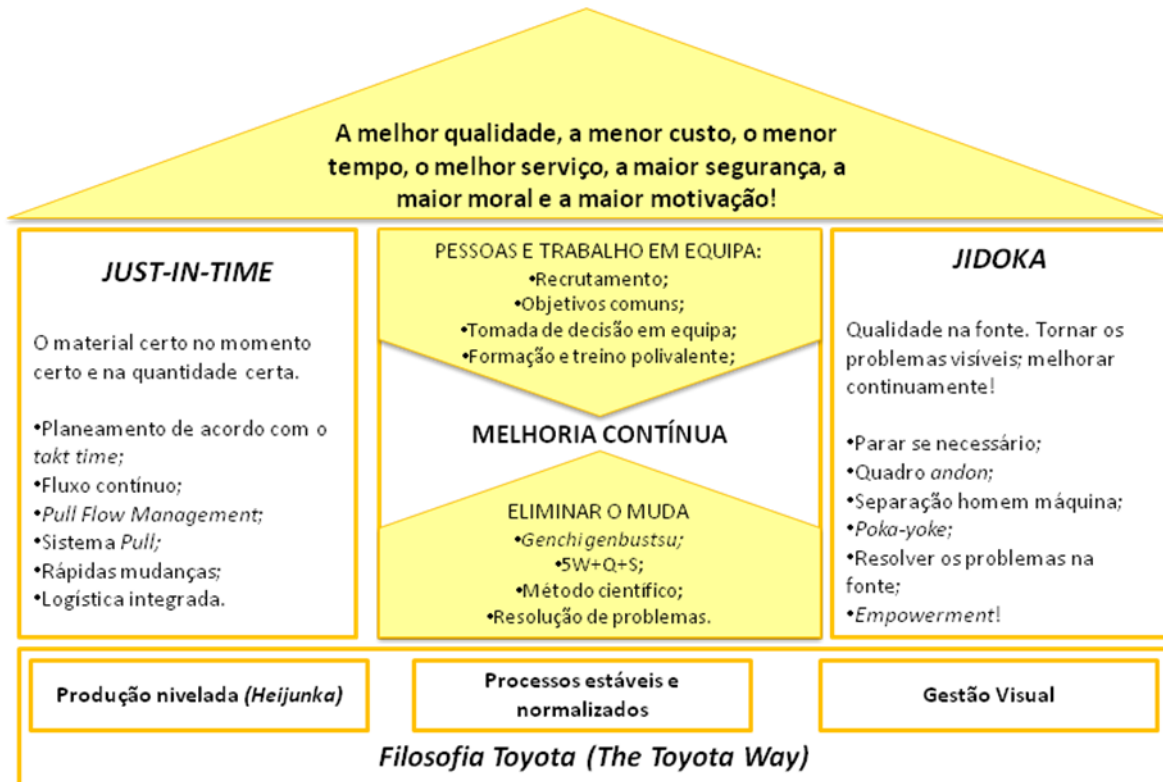


Ilustração 5: A casa do TPS (fonte: adaptado de Pinto 2009)

É importante referir que a Filosofia Toyota é suportada por dois pilares: melhoria contínua e respeito pelas pessoas. A Toyota crê que o sucesso do seu negócio é fruto do esforço individual e do trabalho de equipa. A Toyota acredita que uma equipa em acordo combinada com outros fatores é capaz de vencer no *Gemba*² contribuindo para níveis mais altos de produtividade (Ohno 1978).

Lean Manufacturing

Nos anos 90, o TPS no ocidente passou a chamar-se *lean manufacturing* com a publicação da obra de referência de Womack e Jones, a filosofia *lean thinking* (Pinto 2009). Como tal, o TPS sofreu algumas alterações que lhe conferiram mais dois pilares sendo eles:

- **Gestão da cadeia de fornecimento** – as ferramentas e metodologias *lean* não se podem centrar na organização. É importante ter em conta os *stakeholders* isto é, a todas as partes interessadas: dos clientes aos colaboradores sem desprezar as necessidades da sociedade.
- **Serviço ao cliente** – sendo o cliente o pulmão de uma empresa deve ser tratado como elemento chave na organização. Como tal, o serviço é um fator de diferenciação muito importante para qualquer organização (Pinto 2009).

Um sistema de gestão *Lean* deve ser um sistema de gestão esbelto, ágil, atlético, flexível utilizando apenas o que é necessário para tal, isto é, sem desperdício (Courtois, Pillet, and Martin-Bonnefous 2006). O *lean manufacturing* tem como finalidade criar uma dinâmica transversal à organização com o intuito de eliminar os desperdícios e maximizar o valor acrescentado.

² Trata-se de um termo japonês que se refere ao local onde se trabalha e o valor é criado.

2.2. DESPERDÍCIO

Aquilo que se verifica é que do encarregado ao CEO, as preocupações baseiam-se em problemas diários ou situações de emergência como por exemplo, a entrega ao cliente ou o planeamento da produção (Suzaki 2010). A falta de uma visão global leva a uma deficiência na perceção dos problemas que afetam a empresa, diariamente, e que tem um impacto considerável. O chão de fábrica e o contacto com as pessoas que diariamente lidam com eles são indispensáveis para identificar essas questões. O espírito crítico e a observação no local permite reavaliar as tarefas e os processos que realmente acrescentam valor ao produto e que são essenciais para o cliente e assim, identificar o desperdício presente.

Segundo Fujio Cho, o desperdício não é mais que “tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto”(Suzaki 2010). Taiichi Ohno considera desperdício todos os elementos de produção que apenas acrescentam custos sem adicionarem valor, como o excesso de pessoal, inventário e equipamento (Ohno 1978). O desperdício aumenta os custos operacionais o que implica a diminuição da competitividade da organização, sendo prioritário identificá-lo e eliminá-lo.

O João Paulo Pinto, no seu livro “O Pensamento Lean”(Pinto 2009), destaca uma série de técnicas e ferramentas para os identificar sendo eles:

- Os três MUs (*Muda, Mura e Muri*);
- Os 5M+Q+S (*men, machines, materials, management, method, quality e safety*);
- O fluxo de operações;
- Os sete tipos de desperdício segundo Taiichi Ohno.

Os três MUs

É quando se verifica um desequilíbrio entre a carga e a capacidade que resulta em perdas para a empresa que se traduzem na linguagem japonesa por: *Muda, Mura, Muri* (Tabela 2) (Pinto 2009).

Tabela 2: Os três MU's (fonte: www.leanop.com)

MUDA	MURA	MURI
Desperdício	VARIABILIDADE	INSTABILIDADE
 LeanOp © 2012 Copyright	 LeanOp © 2012 Copyright	 LeanOp © 2012 Copyright

Os 5M+Q+S

A identificação do desperdício é de fácil observação se o procurarmos no local onde ocorre. A ilustração 6 apresenta alguns exemplos tendo por base possíveis fontes do desperdício na organização: colaboradores, equipamento, gestão, material, método, qualidade e segurança (Pinto 2009).



Ilustração 6: Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios (fonte: adaptado de Pinto 2009)

O fluxo de operações

O fluxo de operações tem por base quatro ações, sendo elas: espera, transporte, processamento e inspeção (Pinto 2009). Usualmente define-se através de um mapa que expõem o trajeto de um determinado produto ou gama de produto através da unidade fabril. Cada uma das ações é identificada através de uma simbologia própria (tabela 3).

Tabela 3: Nomenclatura utilizada no mapeamento do fluxo de operações

AÇÃO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Espera	▼	Parar o fluxo sem acrescentar valor, isto é, <i>stocks</i> e armazenamento
Transporte	➡	Refere-se a movimentações de materiais que por si só não criam valor.
Processamento	●	Expõem ações que tem por finalidade criar valor, isto é, trata-se pontos de transformação.
Inspeção	■	São zonas métodos ou ferramentas com a finalidade de inspecionar a qualidade do produto em causa.

Os Sete Tipos de Desperdício

Através da sua longa experiência neste âmbito, o criador do TPS identificou sete tipos de desperdício com maior impacto no chão de fábrica. Estes são explicitados de seguida tal como, algumas medidas corretivas passíveis de serem implementadas, segundo o livro de Kiyoshi Susaki.

Sobreprodução – Produção superior à procura do mercado

Este é considerado o pior desperdício, pois cria dificuldades crescentes no chão-de-fábrica e esconde outros problemas. Em suma, o excesso de produção em relação à procura do mercado provoca *stock* adicionais, defeitos, custos adicionais, espaço ocupado desnecessariamente, assim como, mão-de-obra e máquinas alocadas a uma produção dispensável. Todos estes fatores provocam instabilidade, *muri*, na forma como se gere a unidade fabril. Exemplo disso é o departamento das compras que adquire matéria-prima tendo em conta as encomendas desta semana mas a produção gasta-a nas encomendas desta semana e da próxima, o que leva as inevitáveis ruturas de *stock*.

Este desperdício é mitigado na ocupação dos trabalhadores o que transmite produtividade a quem observa. Porém, é o que mais impacto negativo tem e o que deve ser suprimido com prioridade. Para tal, deve-se incutir nos funcionários, em cada posto de trabalho, que eles são os “clientes” do processo anterior e assim, exigir qualidade, material na quantidade certa e no momento pretendido.

Espera – Tempos de espera

Está claro que este é um desperdício facilmente identificável, pois implica a inatividade dos trabalhadores por variadíssimos motivos. Exemplos são, observar uma máquina em funcionamento ou ainda esperar que se faça a mudança de ferramenta. Como tal, trata-se de uma questão facilmente contornável: seria preferencial, para dinamizar a mudança, que observássemos os operadores parados à espera da encomenda seguinte em vez de estarem ocupados a produzirem em excesso.

Transporte – Movimentações desnecessárias

É um tipo de desperdício associado ao manuseamento repetido do mesmo material, quer seja manualmente, com empilhador, porta-paletes ou outro equipamento. Exemplo disto é um componente que chega ao armazém e é colocado numa zona de descarga, de seguida é levado para a secção de armazenamento de onde é retirado para ir a para o chão-de-fábrica com o empilhador. Daqui é deslocado com o porta-paletes para junto da linha até acabar a produção e voltar para o armazém. É evidente o exagero de manuseamento neste exemplo, porém é aquilo que se observa diariamente nas fábricas. Para além disso, o *layout* tem um papel essencial neste ponto, pois se for mal definido ocasiona trajetos longos e complexos que só acrescentam desperdício, *muda*, e retiram valor ao produto.

É necessário flexibilizar a comunicação entre setores e formar as pessoas para eliminar este tipo de desperdício. Simplificar é muitas vezes o passo mais importante para acautelar estas situações.

Processo – Tarefas dispensáveis

Aquando da observação de um processo, identifica-se tarefas desnecessárias, sendo disto que se trata este desperdício. Isto é, quando o próprio processo é fonte de desperdício. Como tal, as operações que implicam acabamentos são exemplos disso, provocado essencialmente pela ausência de preocupação na definição e normalização das tarefas dos processos produtivos, aquando da industrialização do produto ou das ferramentas a utilizar (como moldes).

Stock – Produto sem excesso armazenado

O excesso de *stock* está diretamente relacionado com a sobreprodução. Implica o aumento do custo do produto, espaço ocupado desnecessariamente para além de mais manuseamento, pessoas, armazenagem, juros entre outras coisas. Quando se inicia a redução de *stock* na fábrica surge outros problemas como o mau planeamento e a falta de comunicação (ilustração 7). O que demonstra que este é um tipo de desperdício que deve ser minimizado ou eliminado, de forma a evidenciar outras dificuldades presentes na organização mas que permaneciam ocultas.



Ilustração 7: O stock encobre problemas (fonte: Suzaki, 2010)

Movimento – Deslocações desnecessárias

Operadores em movimento sem acrescentarem valor ao produto. São exemplos, um operário que procura ferramentas para realizar o *setup* da máquina ou ainda pegar e virar um componente vezes sem conta à procura de defeitos. É importante distinguir o que é movimento e o que é trabalho tendo sempre presente se a tarefa acrescenta valor ao produto.

Defeitos – Implicações dos produtos defeituosos

A ocorrência de defeitos implica várias condicionantes que por si só são um tipo de desperdício. Isto é, aquando de um defeito num produto para-se a máquina, espera-se que alguém averigue o que se passa para além de tentar reparar o produto ou, se não é possível, tratá-lo como sucata. A situação mais preocupante é quando o produto defeituoso chega as mãos do cliente que imputa os custos relacionados com o prejuízo à empresa para além de afetar a sua credibilidade.

É essencial criar processos que facilitem a deteção destas situações e que permitam ao operário de bordo de linha tomar ações corretivas de imediato.

Eliminar o Desperdício

Segundo Kiyoshi Suzaki, a dificuldade não está na identificação e na eliminação do desperdício, mas sim no envolvimento de todos os operários para a melhoria. Isto é, se o pensamento for trabalhar da melhor forma possível e com menos custos, com operações e tarefas mais céleres, não desprezando a segurança, o benefício é para toda a organização e não só para a administração. A abordagem recomendada consiste em simplificar, combinar e eliminar.

Simplificar

Implementar métodos e mecanismos de gestão visual, de simples utilização e perceção, que facilitam o quotidiano dos trabalhadores, exemplo são:

- Codificação por cores é utilizada para evitar trocas ou confusões;
- Mecanismo anti-erro na deteção e prevenção de erros em que o operário não seja obrigado a estar constantemente atento e condicionado no seu desempenho.

Combinar

Este ponto tem como intuito combinar tarefas e operações de forma a reduzir o número de operários envolvidos ou os passos do processo em questão com a constante preocupação de melhorar simplificando. Ou ainda, criar mecanismos e ferramentas para aumentar a capacidade das máquinas ou retirar trabalho pesado aos trabalhadores (exemplo: braço mecânico para retirar peças).

Eliminar

Eliminar e facilitar operações de *setup* ou excessos de manuseamentos são alguns exemplos de preocupações abrangidas por esta abordagem. Os ajustes numa operação de mudança de ferramenta,

que por si só consomem muito tempo, é um ponto de relevância para a melhoria contínua que tende a ser analisada com esta metodologia.

A redução do desperdício deve passar pela redução de inventário, da intervenção de mão-de-obra, pelo evidenciar da disponibilidade extra tanto de instalações como de equipamentos, e pela redução gradual do “desperdício secundário” (desperdício resultante de outro, como por exemplo: excesso de stock resultante de sobreprodução) (Ohno 1978).

2.3. MÉTODOS DO LEAN

Para implementar a filosofia em questão, são inúmeros os métodos usados como auxílio ao seu desenvolvimento na organização (Pinto 2009). Como tal, citamos os principais:

- Análise da cadeia de valor;
- O Sistema *Pull* (JIT);
- A metodologia *Six Sigma*;
- O novo TPM (*total process management*);
- O planeamento *hoshin kanrin*;
- SMED;
- Os métodos anti-erro (*poka-yoke*);
- A metodologia *TOPS/8D*.

VSM

A cadeia de valor é o suporte que permite criar e entregar valor ao elemento chave da organização: o cliente. Este método mapeia todo o percurso envolvendo todos os *stakeholders*. A principal ferramenta utilizada é o VSM (*value stream mapping*) devido à sua eficácia na identificação do desperdício na cadeia de valor e nos processos, para eliminação do que retira valor (Pinto 2009).

O Sistema *Pull*

O sistema pull, isto é “puxado”, tem como objetivo produzir o solicitado quando necessário. Para tal, cada estação “puxa” o produto da estação anterior quando a estação seguinte lhe fizer esse pedido, a assim sucessivamente. Este método tem por base a filosofia *Just-in-Time* (JIT). Isto é, produzir somente aquilo que é vendido e não produzir para uma hipotética encomenda. Esta metodologia permite reduzir um tipo de desperdício indesejável: o *stock* (Pinto 2009).

Uma ferramenta essencial para a implementação deste processo é o sistema *kanban*. *Kanban*, que pode ser traduzido para “cartão”, foi a forma encontrada por Taiichi Ohno para transportar a informação relativa ao pedido do cliente que internamente é associado a uma ordem de fabrico e é considerado pelo mesmo como o controlo do *JIT* (Ohno 1978). Não é mais que um sistema de informação que permite transmitir rapidamente as necessidades de jusante para montante (Courtois, Pillet, and Martin-Bonnefous 2006). É essencial perceber a função deste sistema antes de o implementar: controlar a produção melhorando os processos. Não é mais que um sistema visual que permite controlar o fluxo de materiais e informação no *gemba* (Pinto 2009).

O processo a jusante envia o *kanban* de transporte ao processo a montante requisitando a quantidade e o produto especificado neste. Com este *kanban* receberá o solicitado e o *kanban* de transporte. Este procedimento fomenta um *kanban* de produção, para o material retirado do *stock*,

que dará ordem ao processo subsequente para produzir (Pinto 2009). A ilustração 8 apresenta as principais interações deste sistema.

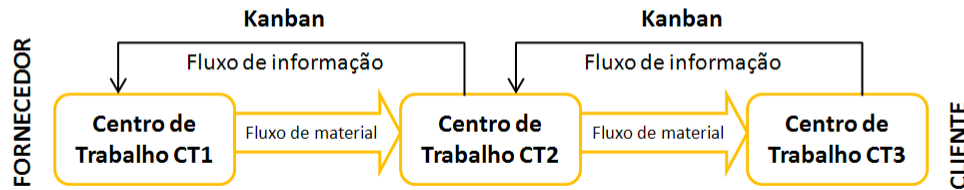


Ilustração 8: Sistema Pull (fonte: adaptado de (Pinto 2009))

O sistema *kanban* é essencial, nesta linha de pensamento que visa eliminar o desperdício, pois permite evidenciar os problemas do processo produtivo. Como tal, pela sua capacidade de reação, permite que as empresas adquiram uma ferramenta base que lhe confere destreza e competitividade (Courtois, Pillet, and Martin-Bonnefous 2006)

Metodologia Six Sigma

Este método tem como fim reduzir a variabilidade dos processos, tornando-os robustos e não vulneráveis às causas especiais, vigiados por ferramentas estatísticas que ajudam a detetar a evolução dentro dos limites de controlo. Este método segue a filosofia dos “zeros defeitos” (Pinto 2009).

É de referenciar que os efeitos proporcionados por este método são extremamente importantes para a organização pois proporciona-lhe um aumento da rentabilidade: trata-se do motor do avanço da empresa (Courtois, Pillet, and Martin-Bonnefous 2006).

Novo TPM

O aperfeiçoamento da filosofia TPM, Gestão Total do Processo, procura eliminar o desperdício sobre todas as suas formas envolvendo a organização no seu global. Este assenta em cinco pilares que devem ser implementados na organização em simultâneo, são eles (Pinto 2009):

- Desperdício: extingui-lo do chão de fábrica ao topo da organização;
- Manutenção planeada;
- Manutenção autónoma;
- Formação: instruir e treinar os colaboradores;
- *Design TPM* – incutir as melhorias conseguidas nas instalações existentes na conceção das máquinas.

É de referenciar que esta metodologia é vista como o princípio dos cinco zeros: zero *stocks*, zero defeitos, zero avarias, zero papéis e zero tempos (Pinto 2009).

Planeamento hoshin kanrin

Hoshin significa formas de estabelecer uma direção e *Kanri* não é mais que gestão. Estes conceitos aglomerados criam uma metodologia que pretende alinhar os objetivos e os recursos da empresa, de forma a que os colaboradores tenham acesso ao planeamento estratégico. O PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) é uma das ferramentas utilizadas na promulgação do caminho da empresa, do chão-de-fábrica ao topo. Este mecanismo tem que ser transversal à organização para que todos possam caminhar na mesma direção (Pinto 2009).

SMED

O SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) tem como intuito reduzir ao máximo os tempos de *setup* (mudança de ferramenta, ajustes, etc.) tendo como meta efetuar a mudança de produto em menos de 10 minutos. Segundo *O Pensamento Lean* (Pinto 2009) as técnicas que apoiam esta metodologia são:

- Padronizar as atividades de *setup* externas;
- Padronizar apenas os componentes necessários do equipamento;
- Utilizar apertos rápidos;
- Implementar ferramentas complementares;
- Usar operações em paralelo;
- Desenvolver sistemas mecânicos e/ou automáticos para *setup*.

Método anti-erro

O método anti-erro, também conhecido por Poka-yoke, tem como finalidade identificar e prevenir erros em qualquer operação do processo através de mecanismos de autocontrole. Isto, sem afetar as especificações e os requisitos do produto e do cliente (Pinto 2009).

Metodologia TOPS/8D

Trata-se de uma metodologia que consiste na resolução de problemas aquando do seu aparecimento seguindo oito fases, sendo elas (Pinto 2009):

1. Criar uma equipa e trabalhar com ela;
2. Descrever o problema;
3. Implementar e verificar as ações intermédias de contenção;
4. Definir e verificar a(s) causa(s)-raiz;
5. Escolher e verificar as ações corretivas permanentes;
6. Implementar as ações corretivas permanentes;
7. Prevenir a recorrência;
8. Felicitizar a equipa.

2.4. TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO LEAN

O autor do livro *Pensamento Lean* (Pinto 2009) cita as principais técnicas e ferramentas, sendo elas:

- Metodologia dos 5S;
- Mapeamento da cadeia de valor (VSM);
- Análise modal de falhas e seus efeitos (FMEA);
- Programação nivelada;
- Sistema de controlo *kanban*;
- Diagrama de causa-efeito;

- A fórmula 5W2H;
- Processos uniformizados (*standard work*);
- O desdobramento da função qualidade (QFD).

Explicitar-se-á de seguida as ferramentas mais relevantes tendo por base o projeto em questão e que ainda não foram abordados no decorrer deste capítulo.

Programação Nivelada

Frequentemente, a incapacidade de sequenciar a produção na montagem provoca abundantes ondulações no fluxo que rompe a produção e prejudica a produtividade e as entregas no prazo. Este fenómeno destrutivo é conhecido como "efeito chicote", já que transmite ondas de amplificação da procura que se propagam pelos setores adjacentes. Para que um sistema de logística interna funcione otimizado, este efeito precisa ser analisado e minimizado (Smalley 2007). A programação nivelada, ou *heijunka* em Japonês, tem como objetivo absorver esse efeito de forma a nivelar o volume de produção, o tipo de produtos e o tempo de produção. Isto é, sintonizar estes três fatores de forma a uniformizar e estabilizar a carga de trabalho. Como tal, estabelece-se um fluxo produtivo e evita-se o aumento de desperdício associado à variabilidade dos processos (Pinto 2009).

O *heijunka* precisa que a Empresa repense como deve comprar ao fornecedor, como projetar as máquinas e ferramentas, como desenvolver os processos de trabalho e como planear as equipas de trabalho (Niimi 2006).

Fórmula 5W2H

É essencial procurar dar respostas aos problemas ou impasses, sendo recomendável questionar o problema e os processos tendo por base as seguintes questões: quem, onde, o quê, quando, porquê, como e quando (tabela 4).

Tabela 4: Exemplos de questões a colocar aquando de um problema (fonte: (Pinto 2009))

QUEM (WHO)	Quem poderá ser envolvido? Quem dirige a intervenção?
ONDE (WHERE)	Onde divulgar? Onde obter apoios?
O QUÊ (WHAT)	Qual o objetivo? Que recursos são necessários?
QUANDO (WHEN)	Quando acontece? Quando envolver os outros?
PORQUÊ (WHY)	Por que acontece? Por que é que é necessário?
COMO E QUANTO (HOW AND HOW MUCH)	Como se processa? Quanto custa?

Standard Work

A uniformização dos processos, *Standard Work*, é um ponto-chave desta filosofia pois uniformizar, normalizar ou estandardizar não é mais que criar padrões. Esta ferramenta tem impactos extremamente positivos sendo eles (Pinto 2009):

- Redução dos desvios: contribuiu para a diminuição das oscilações dos processos;
- Consistência: estabelece uma linha padrão para os processos;
- Formalização: as tarefas e operações devem ser formalizadas aos colaboradores;
- Suporte: tempo de ciclo, sequência de produção e nível de WIP.

2.5. PARADIGMAS

Num âmbito geral, os conceitos Lean são de fácil leitura e compreensão, parecendo óbvia a sua adoção, pelo comum dos mortais, no dia-a-dia: melhorar continuamente e reduzir o desperdício eliminando ineficiências e custos. Exemplo disso, é o facto de não encher o armazém para seis meses, com materiais e produtos só iremos consumir ou eventualmente vender daqui a meses ou se não temos à disposição meios financeiros para esse fim.

Na empresa a dificuldade está em mudar paradigmas instalados há décadas. É na mudança de paradigmas que está a dificuldade na implementação destes conceitos. Para progredir, temos que observar o nosso trabalho para detetarmos os constrangimentos. Só dessa forma se abrirá o espaço para a mudança e para a melhoria contínua baseada no pensamento *Lean*. Pensar *Lean* requer o abandono de paradigmas, rotinas e preconceitos e estar aberto aos desafios da mudança.

3. Análise do Produto

A gama de produtos do setor Bi-casa é diversificada tanto ao nível das suas dimensões como da matéria-prima utilizada na sua confeção. Existem produtos concebidos em equipamentos automáticos e gamas de produtos ditos especiais produzidos manualmente. Como tal, analisamos as vendas dos dois últimos anos com o intuito de realçar os produtos com mais impacto com base nos seguintes fatores: dimensões, perfil e plano (ilustração 9).



Ilustração 9: Exemplo de um produto com aro natural e plano de cortiça.

3.1. PRODUTO VS. DIMENSÕES

Nesta análise ABC³, constata-se que os produtos com dimensão de 60x40 cm e 90x60 cm correspondem a cerca de 70% das vendas do setor (ilustração 10). Perante este fator, estes serão os produtos alvos deste projeto.

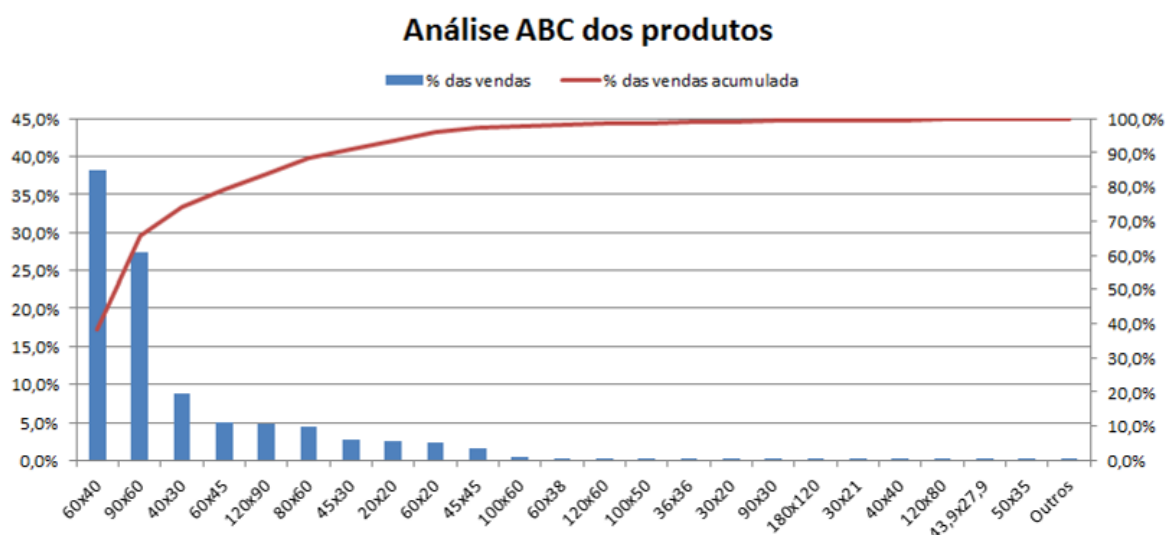


Ilustração 10: Gráfico de análise ABC dos produtos quanto às suas dimensões.

³ Método de gestão concebido para classificar os itens importantes separando-os dos menos importantes. Este método também é conhecido como a “Regra 20-80”.

3.2. PRODUTO VS. PERFIL

O perfil que envolve o plano pode ser MDF revestido ou de aro natural. Após analisar as vendas dos últimos dois anos, concluiu-se que cerca de 70% dos produtos comercializados são compostos por aro natural. Como tal, estes serão objeto do estudo em questão.

3.3. PRODUTO VS. PLANO

O tratamento dos dados permitiu-nos concluir que, em relação aos produtos de dimensão 90x60 cm e 60x40 cm, os que apresentam maior consumo são os de cortiça normal dos dois lados e de um lado juntamente com o plano de polietileno (ilustrações 11 e 12). Porém, o plano de polietileno não é produzido no setor em questão, o que nos leva a enfatizar os quatro tipos de cortiça em causa

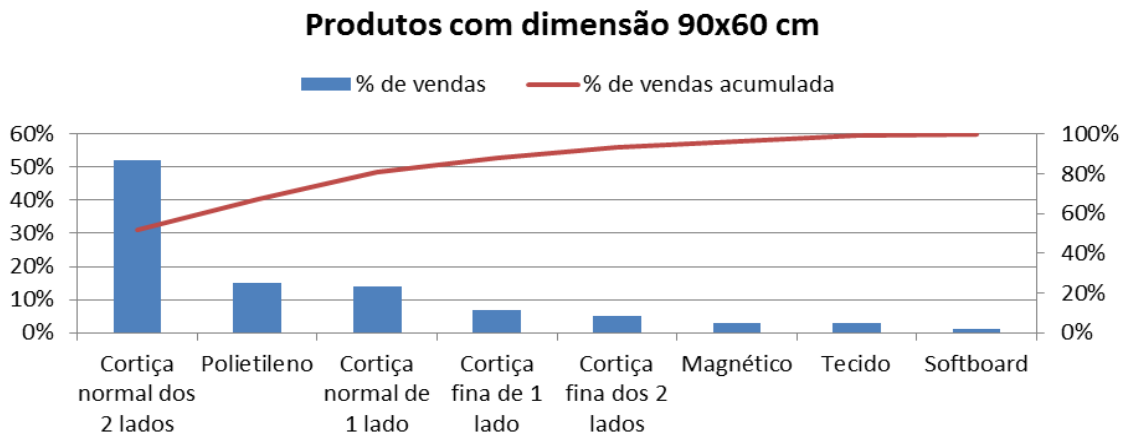


Ilustração 11: Gráfico dos planos utilizados nos produtos com dimensão 90x60 cm.

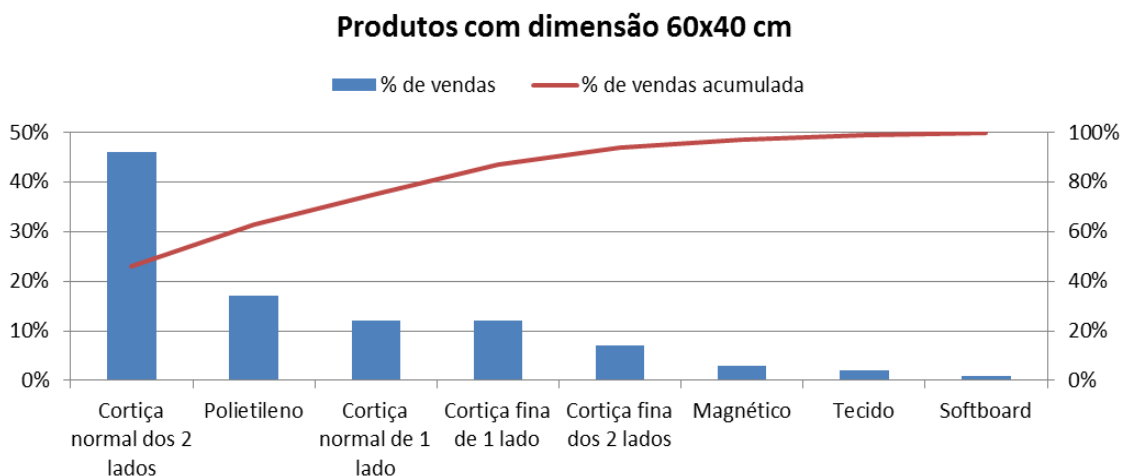


Ilustração 12: Gráfico dos planos utilizados nos produtos com dimensão 90x60 cm.

Como tal, o produto alvo deste projeto terá as dimensões 90x60 cm ou 60x40 cm com aro natural e plano de cortiça.

4. Situação Inicial

O setor Bi-casa divide-se em várias secções que operam, na sua maioria, independentemente uma das outras, sendo apresentadas na tabela 5 e identificadas no *layout* apresentado pela ilustração 13.

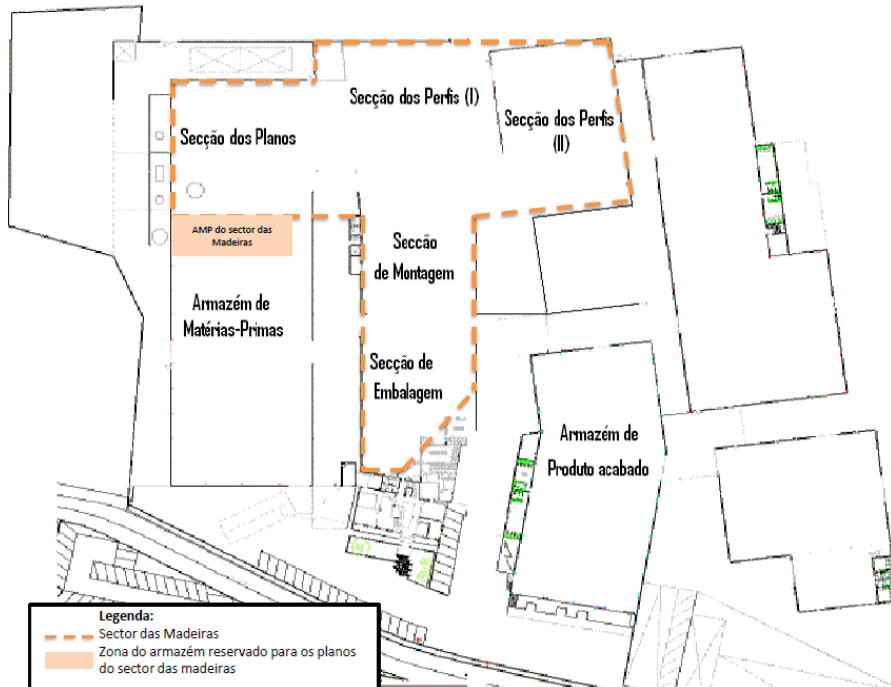


Ilustração 13: Layout do setor das madeiras.

Descreve-se a situação inicial por secção, abordando-se o funcionamento de cada uma delas, o seu *layout* e os problemas averiguados.

Tabela 5: Secção do setor Bi-casa.

SECÇÃO	PROCESSOS & RECURSOS:
Perfil	▪ Corte de perfil: molduradoras e multi-serra ▪ Corte de perfil em máquinas automáticas ▪ Corte de perfil manualmente ▪ Revestimento do perfil
Planos	▪ Prensas para colar e cortar planos ▪ Corte manual dos planos
Montagem	▪ Montagem automática ▪ Montagem individual ▪ Montagem de produtos especiais
Embalagem	▪ Embalagem por lotes ▪ Embalagem individual

Em cada secção é entregue uma lista de encomendas no início da semana, divulgando as necessidades das demais secções, sendo este o principal meio de comunicação entre elas. A cada secção, a seguir apresentada, estão atribuídas um conjunto de tarefas:

- A **secção de perfil** corta e molda o perfil de pinho ou de MDF tendo em conta as necessidades do setor das madeiras e armazena o *stock* na sua secção.
- A **secção de planos** cola e corta os planos para toda a unidade fabril, isto é, para o Bi-office e para o Bi-casa (setor das madeiras). No caso dos planos para o setor das madeiras, estes são colocados no armazém de matéria-prima até o setor em questão os requerer.
- A **secção de montagem**, após transportar para o setor o perfil e o plano pretendido, produz seguindo a lista de encomendas.
- A **secção de embalagem** embala consoante a produção em montagem e a lista de encomendas definidas.

4.1. SECÇÃO DE PERFIL

Do perfil entende-se o aro que ornamenta o quadro, isto é, que contorna o plano. Este pode ser de variadíssimas dimensões com rasgos diversos. De seguida, explicitar-se-á o funcionamento desta secção, o seu *layout*, assim como, os problemas observados.

Funcionamento e Layout

O *layout* desta secção é apresentado na ilustração 14, exceto a zona de secagem do pinho que se encontra nas imediações da unidade fabril.

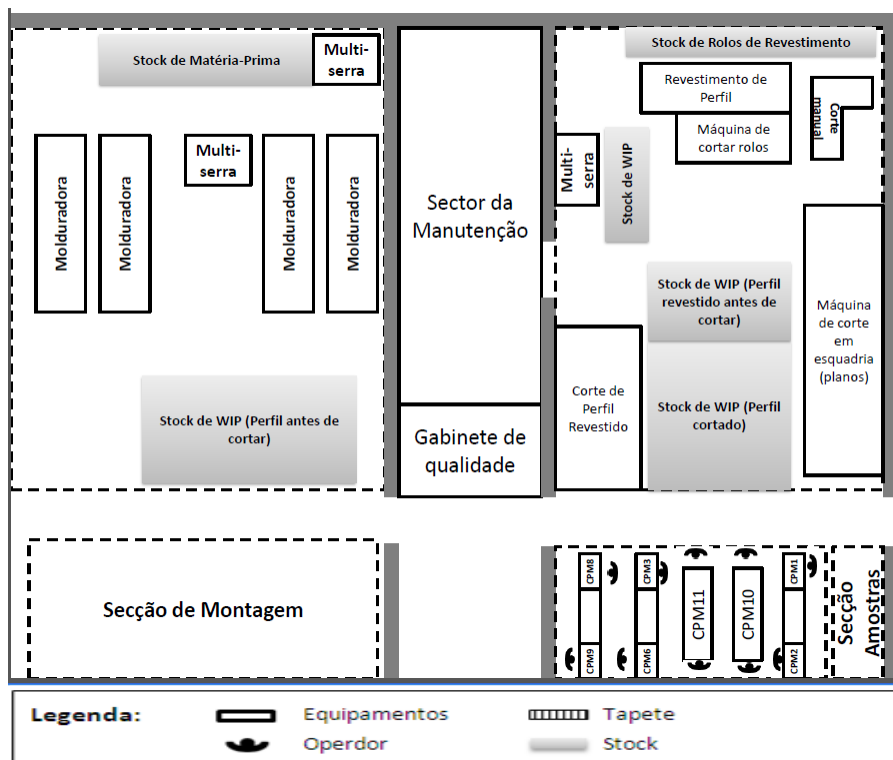


Ilustração 14: Layout da secção de corte de perfil (à esquerda a secção I e à direita a secção II).

O MDF e o pinho são fornecidos em placas e tábuas, respetivamente. Aquando da sua chegada, esta matéria-prima passa por um processo de transformação que consiste em:

- **Secagem:** o pinho é colocado numa estufa para secar;
- **Multi-serra:** os dois tipos de matéria-prima em causa são cortados em ripas, mas antes de realizar este processo existe uma inspeção de qualidade que segue uma norma definida pela empresa;
- **Molduradora:** as ripas passam pela molduradora de forma a definir o perfil quanto ao tipo de contorno e rasgo (com dimensão de três metros).

É de referir que, na multi-serra, de uma tábua produz-se três ripas de pinho, sendo que uma delas sai constantemente com medidas inferiores ao regulamentado. Esta ripa é colocada numa grade distinta para ser cortada na molduradora como “Pontas”, na qual se juntam as ripas que têm excessos de defeitos na madeira como nós ou bolsas de resina. Desta forma, a grade das “Pontas” é um produto de segunda pelo excesso de defeitos que apresenta.

Após esta transformação, o perfil é armazenado em grades à espera de ser cortado à dimensão requerida no caso do pinho ou revestido e depois cortado no caso do MDF. As máquinas que realizam este processo estão explicitadas na tabela 6.

Tabela 6: Equipamentos da secção II de corte de perfil.

EQUIPAMENTO	TIPO	MATÉRIA-PRIMA ACEITE:	PRODUZ:	Nº DE FUNCIONÁRIOS
CPM1	Manual	▪ MDF revestido e Pinho com qualquer dimensão; ▪ Corte um a um;	Perfil de qualquer dimensão	1
CPM2				1
CPM3				1
CPM6				1
CPM8				1
CPM9				1
CPM10	Automática	▪ Pinho; ▪ Corta aproximadamente 15 perfis de 3 metros em simultâneo;	Perfil com dimensão de 60 e 40 cm;	2
CPM11			Perfil com dimensão de 90 e 40 cm;	2

Diagnóstico inicial

Desenhou-se o fluxo de operações de forma a compreender as movimentações do perfil da sua chegada à fábrica até à secção de montagem (tabela 7).

Tabela 7: Fluxo de operações da secção de corte de perfil.

Nº DE PASSOS	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	SITUAÇÃO DO MATERIAL	OBSERVAÇÕES
1		Armazenamento	Stock antes de ir para secagem
2		Controlo de qualidade	Das tábuas por amostragem
3		Transporte com empilhador	Distância: 4 metros
4		Secagem	Duração: 24 horas
5		Transporte com empilhador	
6		Armazenamento	Quantidade: 16 lotes de pinho (equivale a 38400 quadros de 60x40)
7		Transporte com empilhador	Distância: 180 metros
8		Armazenamento	Quantidade: 1800
9		Multi-serra	
10		Armazenamento	
11		Transporte com porta-paletes	
12		Armazenamento	Quantidade: 1000
13		Transporte com porta-paletes	
14		Armazenamento	Quantidade: 1000
15		Molduradora	
16		Armazenamento	Quantidade: 750
17		Transporte com empilhador	
18		Armazenamento	
19		Transporte com empilhador	
20		Armazenamento	Quantidade: 500
22		Corte automático ou manual	
23		Armazenamento	Quantidade: 2000
24		Transporte com porta-paletes	
25		Armazenamento	Quantidade: 2000
26		Transporte com porta-paletes	Distância: 30 metros
27		Armazenamento	Quantidade: 5000
28		Transporte com porta-paletes	Para montagem

Nesta análise, constatou-se desperdício principalmente ao nível do transporte e *stock*, estando eles identificados com sombreado na tabela. Estes pontos serão objeto de estudo mais adiante no projeto.

A sobreprodução é claramente outro desperdício observado nesta secção, sendo o perfil cortado com um a dois meses de antecedência em relação às encomendas e ao consumo.

4.2. SECÇÃO DE PLANOS

Esta secção alimenta toda a unidade fabril, sendo os planos um material comum à maioria dos produtos. O que difere é o tipo de plano requerido, como já se viu pela tabela 1. Como tal, trata-se de uma secção com muita procura e variedade de produtos, sendo sem sombra de dúvidas o ponto mais sensível da fábrica.

Funcionamento e Layout

Como foi referido, a secção de preparação dos planos abastece toda a unidade fabril tornando-se a zona de estrangulamento. Por outro lado, a matéria-prima com maior consumo, a cortiça, passa por procedimentos demorados que dificultam ainda mais o seu abastecimento:

- Primeiro a cortiça é colada nas duas faces de uma base de cartão, na prensa de colagem;
- Após este procedimento, é armazenada durante 24 horas;
- Passado o tempo de colagem, é cortada na prensa com as dimensões adequadas sendo, posteriormente, colocadas no armazém de matérias-primas.

O tempo de colagem aliado a elevada procura da secção em questão, torna-a num ponto crítico para o abastecimento dos planos.

Diagnóstico inicial

À semelhança da secção do perfil, definiu-se o fluxo de operações dos planos até à montagem e os passos que deveriam ser revistos, isto é, os que encontram a sombreado na tabela 8.

Tabela 8: Fluxo de operações na secção dos planos.

Nº DE PASSOS	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	SITUAÇÃO DO MATERIAL	OBSERVAÇÕES
1		Armazenamento	Quantidade: 10 000 base para planos em AMP
2		Transporte com empilhador	
3		Armazenamento	Quantidade: 800 base para planos
4		Colagem	
5		Armazenamento	Quantidade: 260
6		Transporte por tapete	Distância: 15 metros
7		Secagem e armazenamento	Quantidade: 6000 planos de cortiça
8		Transporte por tapete	
9		Armazenamento	
10		Corte	
11		Armazenamento	
12		Transporte com porta-paletes	Distância: 25 metros
13		Armazenamento	Quantidade: 21000 planos
14		Transporte com porta-paletes	Distância: 40 metros

O excesso nas quantidades em *stock* e o transporte são os tipos de desperdício com maior impacto desta secção. Por outro lado, verificou-se uma inconstância no tratamento das encomendas para o setor em questão, originando incerteza no abastecimento de planos para este setor. Facto que se explica devido ao setor das madeiras ter necessidades inferiores comparando com o *Bi-office*.

4.3. SECÇÃO DE MONTAGEM

Esta secção compreende três áreas, sendo elas:

- montagem manual;
- montagem automática;
- montagem de produtos especiais.

A montagem manual e os produtos especiais não foram abrangidos pelo projeto, que incide essencialmente nos equipamentos de montagem automática contemplando produtos com dimensões de 90x60 cm e 60x40 cm, por estes serem os que têm grande impacto na produção.

Metodologia e Layout

Nesta área predominam os equipamentos para montagens automáticas, que são dez como se pode comprovar pelo *layout* apresentado na ilustração 15. O abastecimento para a produção compreende perfil de dois tipos e planos, isto é, na máquina de MMA7 de 90x60 cm é necessário perfil de 90 cm e de 60 cm assim como, planos do tipo pretendido (cortiça, chapa, aglomerado, etc).

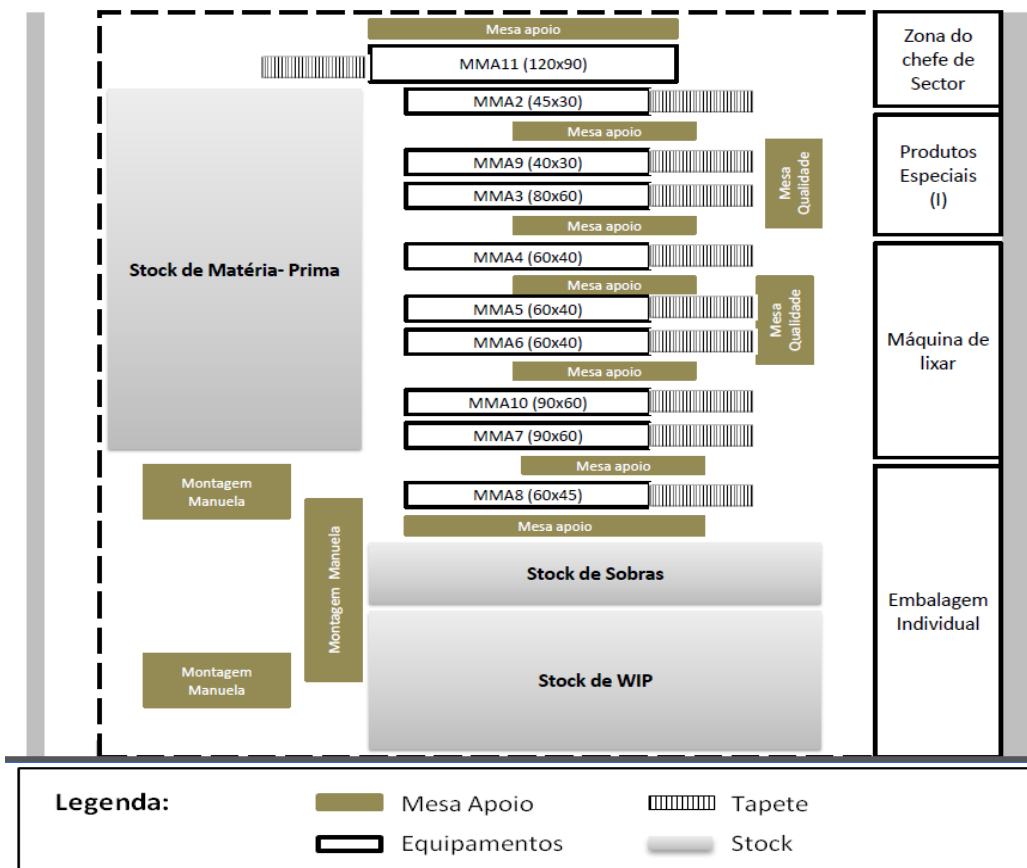


Ilustração 15: Layout da secção da montagem.

Os equipamentos possuem características distintas que lhe conferem ou não a capacidade para produzir um determinado produto dependendo da matéria-prima utilizada, assim como, têm necessidades distintas ao nível dos operadores requeridos para laborar (tabela 9).

Tabela 9: Equipamentos presentes na secção de montagem.

EQUIPAMENTO	DIMENSÕES (CM)	MATÉRIA-PRIMA CONSENTIDA	Nº DE OPERADORES
MMA2	45x30	- Plano: cortiça - Perfil: aro natural	3
MMA3	80x60	- Plano: cortiça e PVC - Perfil: aro natural e aro 16 revestido	3
MMA4	60x40	- Plano: cortiça - Perfil: aro natural	3
MMA5	60x40	- Plano: cortiça e PVC - Perfil: aro 16 revestido	3
MMA6	60x40	- Plano: magnético - Perfil: aro 22 revestido	3
MMA7	90x60	- Plano: cortiça, PVC e magnético - Perfil: aro natural	2
MMA8	60x45	- Plano: cortiça, <i>softboards</i> e PVC - Perfil: aro natural e aro revestido (22 e 16)	3
MMA9	40x30	- Plano: cortiça e PVC - Perfil: Aro 16 revestido	3
MMA10	90x60	- Plano: <i>softboard</i> e cortiça - Perfil: aro natural e aro revestido (22 e 16)	2
MMA11	120x90	- Plano: <i>softboard</i> e cortiça - Perfil: aro natural e aro 22 revestido	4

Os equipamentos que afetam três operadores exigem mais um do que as máquinas de 90x60cm e 120x90 cm pelo facto de não estarem equipadas com o sistema de cola automática. Para além disso, em cada máquina a produzir, há mais dois operadores a verificar a qualidade do produto.

Os equipamentos MMA7 e MMA10 necessitam de dois operadores para produzir, tendo eles como tarefas abastecer dois tipos de perfis no lado onde se encontram. Nas máquinas de 60x40 cm, há um

funcionário a colocar perfil de 40 cm, outro a colocar perfil de 90 e dispõem ainda de um terceiro para colocar cola nos perfis de 60 cm. Os planos são abastecidos da mesma forma nos dois tipos de máquinas, isto é, uma das operadoras que coloca perfil também coloca planos.

Diagnóstico

Numa primeira fase, observou-se o fluxo de operações para compreender e registrar as atividades e tarefas dos processos realizados nesta secção que acrescentam valor ao produto e as que originam desperdício. Este é apresentado na tabela 10 e identifica o fluxo da montagem (até à colocação do produto acabado na zona antes de embalagem). A sombreado realça-se o desperdício que mais adiante será avaliado.

Tabela 10: Fluxo de operações na secção de montagem.

Nº DE PASSOS	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	SITUAÇÃO DO MATERIAL	OBSERVAÇÕES
1		Armazenamento	Quantidade: 1500 perfis e 900 planos
2		Montagem	
3		Armazenamento	Quantidade: 250 unidades
4		Transporte manualmente	Distância: 2 metros
5		Controlo de qualidade	Cadência: 5 segundos por unidade
6		Transporte por porta-paletes	Distância: 7 metros
7		Armazenamento	Quantidade: 7000 unidades
8		Transporte por porta-paletes	Distância: 6 metros
9		Armazenamento	

Numa observação mais pormenorizada dos postos de trabalho, realizou-se o diagrama de espaguete para obter a distância percorrida por cada funcionário para os dois tipos de equipamentos referenciados anteriormente assim como, o tempo que demora a realizar as tarefas de produção, por cada quadro, sem desperdício. (tabela 11).

Tabela 11: Distâncias percorridas e temporização das tarefas dos operadores nas máquinas de 90x60 e 60x40 cm.

	90x60 cm		60x40 cm	
	Distância (km/dia)	Tempo (seg./quadro)	Distância (km/dia)	Tempo (seg./quadro)
Operador 1	4,82		3,72	
Operador 2	7,35	3,50	2,96	8,65
Operador 3	(não tem)		3,63	

Durante esta análise, concluiu-se essencialmente que a matéria-prima se encontrava distante da máquina e por consequente, dos operadores e que a alocação das tarefas estava desequilibrada. Para além destes factos, observou-se uma quantidade importante de perfil de pinho não conforme nesta secção, isto é, entre 30 a 50% do perfil utilizado.

Constatou-se ser aqui o 1º ponto de inspeção da qualidade desde a receção da matéria-prima e que os níveis de *stock* de WIP verificados entre montagem e embalagem eram avultados. O referido foi confirmado pelo inventário a 30 de Março que contabilizou cerca de 12.000 produtos em *stock* o que implicava uma área de ocupação de cerca de 40% da secção da montagem, assim como, a deterioração do produto. A situação identificada resulta da produção *push* com pelo menos duas semanas de antecedência. Por outro lado, esta produção consome materiais em excesso e origina frequentes ruturas de *stock* no abastecimento do plano e do perfil.

É essencial expor que qualquer *setup* implica a atuação da manutenção o que se reflete em tempos para mudança de ferramenta de uma hora quando o ato em si demora 15 a 20 minutos.

4.4. SECÇÃO DE EMBALAGEM

Apesar da secção em questão envolver a embalagem por lotes e a embalagem individual, a área de incidência do projeto não compreendeu esta última.

Metodologia e *Layout*

Na embalagem por lotes é necessário um conjunto de materiais para cada encomenda, sendo eles:

- Rótulo do produto;
- Rótulo da caixa;
- Etiqueta do produto;
- Acessório;
- Caixas;
- Folha de embalagem para palete.

Esta secção compreende quatro linhas de embalagem que bifurcam em duas saídas, sendo o *layout* apresentado na ilustração 16. Cada uma delas compreende três operadores e um quarto que abrange as quatro linhas de embalagem, tendo como tarefas:

- **Operador 1:** desloca a palete com *WIP* para junto da linha de embalar e coloca o produto no tapete e de seguida, o acessório em cada um;
- **Operador 2:** coloca o rótulo do produto e, direciona-o para a estufa (automática) para aplicar filme no produto;
- **Operador 3:** coloca a etiqueta no produto e poe-o numa caixa.
- **Operador 4:** fecha a caixa (cinta-a e coloca fita cola, sendo a primeira máquina manual e a segunda automática) e coloca a caixa na respetiva palete com o seu rótulo de caixa e também assegura o abastecimento das variadíssimas caixas e paletes às linhas.

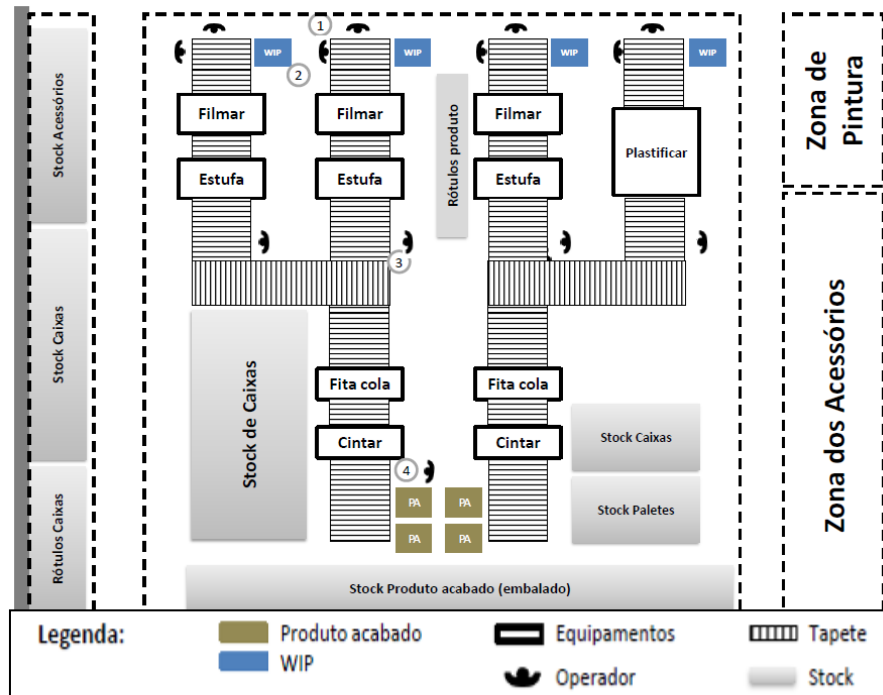


Ilustração 16: Layout da secção de embalagem.

Para além destes operadores, existe um chefe de secção que planeia e distribui as tarefas. A este cabe ainda a responsabilidade de colocar a folha de embalagem em cada paleta e realizar o *picking* das encomendas, após serem embaladas, para que o armazém as possa retirar.

É de realçar o facto do chefe de secção de embalagem também supervisionar a produção de acessórios. Porém, esta área encontra-se fora do âmbito deste projeto.

Diagnóstico

Constatou-se, como principal dificuldade, a coordenação das condições necessárias para iniciar uma encomenda, sendo frequente a ocorrência de falhas com suspensão da encomenda em curso por falta de rótulo do produto ou continuando o embalamento para parquear se a falha era no rótulo da caixa. A falha no abastecimento de acessórios era frequente.

Para além das roturas de *stock* constatadas neste setor, verificou-se obstáculos quanto ao abastecimento das linhas. Exemplo disso é o facto de somente o chefe de secção comunicar a encomenda seguinte e abastecer quanto a rótulos, acessórios e etiquetas após terminar a encomenda em curso. Como tal, este método de trabalho origina vários problemas, como:

- Tempo de paragem excessivo entre cada encomenda;
- Conhecimento focalizado num único funcionário;
- Flexibilidade reduzida;
- A falta de qualquer componente só é verificada quando se inicia a encomenda, o que origina atrasos e mudanças para outras encomendas;

Outra particularidade destas linhas de embalagem é o facto de, em algumas delas, ser necessário parar a linha para abastecer as caixas.

De forma similar à secção anterior, traçou-se o fluxo de operações da secção de embalagem (tabela 12), onde se identifica (a sombreado) o desperdício ao nível de transporte e *stock*.

Tabela 12: O fluxo de operações na secção de embalagem.

Nº DE PASSOS	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	SITUAÇÃO DO MATERIAL	OBSERVAÇÕES
1		Transporte por porta-paletes	Distância: 4 metros
2		Embalagem (abastecer máquina, colocar acessório e rótulo)	
3		Transporte manualmente	Distância: 2 metros
4		Colocar etiqueta	
5		Armazenamento	Quantidade: 320 unidades
6		Transporte por porta-paletes	Distância: 10 metros
7		Armazenamento	Quantidade: 760 unidades
8		Transporte com empilhador	Para o armazém de produto acabado
9		Controlo de qualidade	
10		Armazenamento	Quantidade: 2900 unidades (no APA)

A tabela 13 identifica, para cada empregado, os deslocamentos, as tarefas que executam e os tempos que cada uma demora assim como, os principais problemas identificados. É notória a disparidade na alocação de tarefas, sendo o quarto funcionário o que mais tarefas têm ao seu cargo e mais distância percorre por dia. É de referir que os valores deste devem ser duplicados pois, ele realiza estas tarefas para as duas linhas de saída.

Tabela 13: Tarefas e distâncias percorridas de cada funcionário em cada linha de embalagem.

OPERADOR	TAREFAS	TEMPO (SEG.)	DESLOCAÇÃO (KM/8H)	PROBLEMAS IDENTIFICADOS
1	Abastecer linha com WIP	60	1.0	▪ Parar a linha para abastecer;
	Coloca quadro no tapete	2.6		▪ Paletes com WIP distantes;
	Colocar rótulo do produto	1.5		
2	Colocar acessório	3.9	0,0	▪ Funcionário com tempos de espera;
3	Fazer caixa	5.4	2.3	▪ Parar a linha para abastecer caixas;
	Colocar etiqueta do produto e por na caixa	3		▪ Contagem de caixas manualmente;
4	Fechar caixa	9.7	7,4	▪ Excesso de tarefas e material muito distante (caixas e rótulos de caixas) provoca quebras de fluxo;
	Colocar caixa na paleta	6.6		
	Colocar rótulo da caixa	6.2		▪ Excesso de tapetes em cada linha, obriga a percorrer distâncias desnecessárias;
	Abastecer as linhas de caixas e paletes			

4.5. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO

O *layout* do setor é claramente orientado por processo, confirmado nos diversos problemas detetados, sendo os principais:

- Desperdício no transporte e na acumulação de *stock* intermédio;
- Manuseamento excessivo dos materiais;
- *Lead time* excessivo (tempo do início da produção ao *picking*);
- Dificuldade na comunicação entre as secções que origina problemas na coordenação e planeamento da produção.

Este último ponto origina problemas com impacto extremamente negativo para o setor, como a sobreprodução e a consequente rutura de *stocks*. Os tempos de *setup* são também uma obstrução ao bom funcionamento do setor que devem ser revistos o quanto antes.

5. Desenvolvimento e Monitorização de Ações

Após o diagnóstico inicial, formou-se uma equipa de trabalho com elementos de várias áreas, para analisar e debater soluções. Desenhada a solução planeou-se a sua execução, com a monitorização das ações, em reuniões semanais de curta duração envolvendo a equipa e as chefias. A finalidade das reuniões era analisar o quadro informativo do projeto que incluía os seguintes itens (ilustração 17):

- Objetivos do projeto;
- Equipa de trabalho;
- PDCA;
- Indicadores.

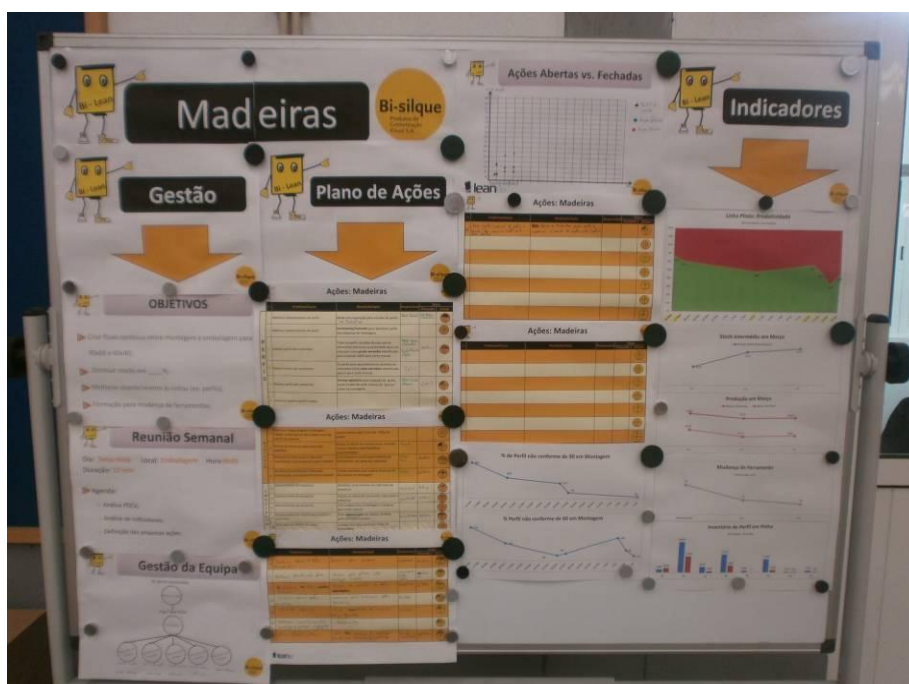


Ilustração 17: Quadro informativo no *gemba*.

Seguindo os objetivos do projeto e o diagnóstico inicial, o principal desafio na execução das ações era criar fluxo produtivo entre embalagem e montagem, implementando o ritmo de produção pelo *takt time* de forma a aplicar um sistema *pull*. O *takt time* é um vocábulo alemão que significa ritmo e é definido pelo tempo de ciclo determinado em função da procura (Pinto 2009). O *takt time*, dos produtos de 90x60 cm e 60x40 cm, foi determinado como sendo de 6,2 segundos. Este será o valor base, pois para satisfazer o cliente é fulcral que a capacidade produtiva satisfaça esse requisito.

Para tal, a estratégia passou pela criação de uma linha piloto que contemplava a integração de uma máquina de montagem com uma linha de embalagem, sendo para isso necessário resolver os problemas diagnosticados antes dessa integração, abastecendo a matéria-prima na quantidade certa, quando solicitado, melhorando a qualidade e reduzindo os tempos de *setup*. Com a criação da linha piloto, outras dificuldades foram surgindo, o que implicou a tomada de medidas para resolução dessas novas questões.

A tabela 14 explicita os alvos das ações antes e depois da criação da linha piloto.

Tabela 14: Ações desenvolvida para o correto funcionamento da linha piloto.

ANTES DA LINHA PILOTO	DEPOIS DA LINHA PILOTO
▪ Fluxo informativo no chão-de-fábrica ▪ Rutura de <i>stock</i> de perfil ▪ Rutura de <i>stock</i> de planos ▪ Perfil não conforme ▪ Tempos de <i>setup</i>	▪ Rutura de <i>stock</i> de acessórios ▪ Problemas de comunicação ▪ <i>Stock</i> e abastecimento de caixas ▪ Rutura de <i>stock</i> de rótulos do produto ▪ Avarias nos equipamentos

Para além das ações orientadas para a linha piloto foram implementadas outras, complementares, que implicavam:

- Reduzir o *stock* do perfil revestido;
- Rever a secção da montagem de produtos especiais (II);
- Reduzir o transporte e o manuseamento nas restantes máquinas de montagem;
- Analisar a eficácia da secção de corte de perfil (II).

5.1. FLUXO INFORMATIVO NO CHÃO-DE-FÁBRICA

A informação no chão-de-fábrica é essencial para a monitorização de indicadores relacionados com ações que influenciam a produção. Implementaram-se registos diários, na secção de corte de perfil e na zona de montagem, que indicam: data; hora de início e de fim de produção; quantidade produzida; operador(es) envolvido(s); equipamento e; observações/problemas.

As informações divulgadas, nos locais referenciados, permitiram comparar a evolução dos resultados durante a implementação das soluções.

5.2. RUTURA DE STOCK DOS PERFIS

As falhas sistemáticas no abastecimento de aros de pinho com origem no setor de corte provocavam paragens da produção. Constatou-se o paradoxo quando se descobriram as quantidades elevadas de *stock* de perfil, desnecessário.

Sistema *kanban* de perfil

Como solução a este problema, implementou-se um sistema *kanban*, tipo caixa cheia/caixa vazia, para os perfis mais consumidos (dimensão 40 cm, 60 cm e



Ilustração 18: Carro *kanban* para perfil.

90 cm com rasgo normal). Esse sistema baseou-se em carros *kanban* acompanhados por a respetiva identificação quanto ao tipo de perfil transportado e que se distinguem pela sua cor (ilustração 18).

Considerando os consumos dos dois últimos anos, calculou-se a necessidade diária em aro natural que resultou em: 3 de carros de 40 cm, 4 de carros de 60 cm e 3 de carros de 90 cm. Porém, devido ao número de máquinas que utilizam o mesmo tipo de perfil e à distância entre elas, foi necessário acrescentar um carro a cada tipo de perfil em questão. Sem esta medida, o manuseamento e o transporte de perfis aumentariam consideravelmente, com mais esforço e cansaço nas tarefas adicionais. A mudança permitiu obter uma margem mais segura para o tempo de reposição que terá que ser diário.

Para assegurar a eficácia do sistema, foi necessário definir algumas regras de funcionamento:

- Só podem cortar o tipo de perfil em questão se algum carro *kanban* estiver vazio;
- Só podem colocar o tipo de perfil em questão nos carros *kanban*;
- Qualquer carro cheio deve ser deslocado para o local identificado na zona de montagem;
- Quando um carro fica vazio deve ser devolvido pela montagem ao setor de corte de perfil.

A ilustração 19 apresenta as deslocações dos carros *kanban* do perfil, seguindo as regras definidas.

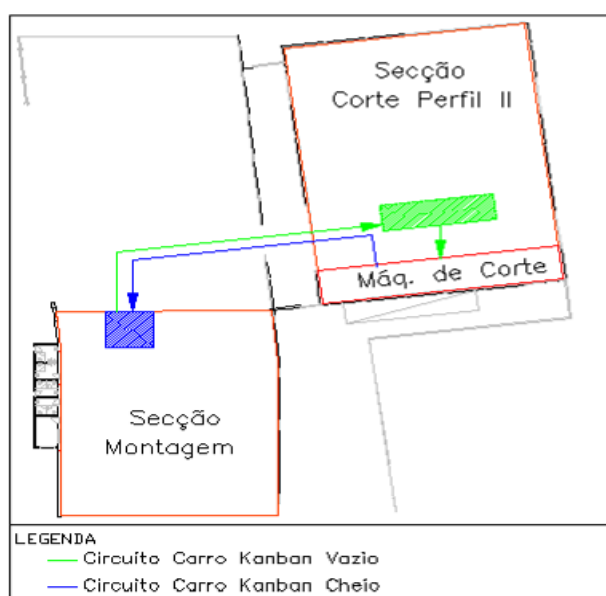


Ilustração 19: Fluxo do sistema kanban de perfil.

Monitorização da ação

Esta solução permitiu regular o *stock* de perfil de pinho com as necessidades da secção de montagem, eliminando as ruturas de *stock* anteriormente observadas. Foi essencial para o sucesso a formação dos colaboradores e o acompanhamento nas fases de implementação e consolidação.

5.3. RUTURA DE STOCK DOS PLANOS

À semelhança da situação anterior, as consequências relacionadas com a rutura de *stock* dos planos acarretavam paragens na produção, constatando-se discrepâncias entre a quantidade e planos em *stock* e as necessidades da secção da montagem. Também nesta situação implementar o sistema *kanban* será a solução para controlar o fluxo de materiais e de informação no *gemba*.

Sistema *kanban* de planos

Analisaram-se os consumos desta matéria-prima para definir a quantidade de *kanbans* necessários (tabela 15). Considerando os constrangimentos existentes o sistema deverá assegurar a reposição semanal. O número de cartões *kanban* foi definido pelo rácio consumo médio semanal por quantidade de planos numa paleta, associando-se um cartão *kanban* a cada paleta.

Tabela 15: Número de *kanbans* para os planos de cortiça.

DIMENSÃO	DESIGNAÇÃO	Nº DE KANBAN
90x60	Cartão com cortiça normal dos 2 lados	11
	Cartão com cortiça fina dos 2 lados	3
	Cartão com cortiça normal de 1 lado	4
60x40	Cartão com cortiça fina de 1 lado	3
	Cartão com cortiça normal dos 2 lados	5

As regras que definem este sistema são mencionadas nos seguintes pontos e acompanhadas pela ilustração 20:

- Quando a paleta de uma determinada matéria-prima é retirada do armazém, pelo responsável do abastecimento do setor, coloca no quadro local de *kanbans* o cartão que a acompanhava (ilustração 21);
- O responsável pelas prensas de colagem deve deslocar-se ao armazém diariamente para retirar os cartões, afim dos colocar no quadro *kanban* da secção de planos de forma a dar a ordem de produção ao setor em questão;
- No último dia da semana, o armazém deve conter todas as paletes, com os respetivos cartões de *kanban*, afim da montagem dispor da matéria-prima regida pelo sistema no início da semana seguinte;
- A secção de planos deve gerir a sua produção de forma a garantir o ciclo de reposição semanal;
- Se o pedido para reposição semanal for superior à quantidade em *kanban*, a montagem deve requer esse acréscimo, à secção de planos, no início da semana

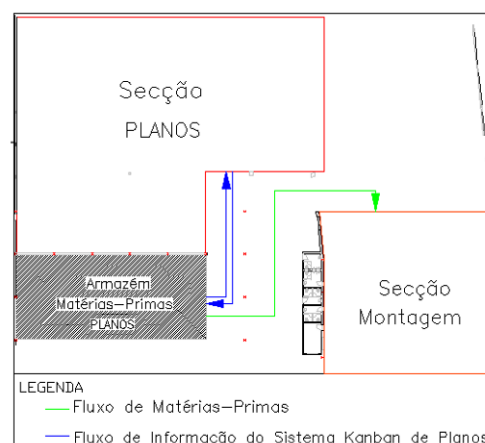


Ilustração 20: Fluxo *kanban* de planos.



Ilustração 21: Quadro *kanban* e exemplo de

Os cartões *kanban* indicam o material em questão, as dimensões dos planos a colar e as que devem ser cortadas assim como a quantidade por paleta (anexo A).

Monitorização da ação

Este sistema permitiu eliminar as falhas no abastecimento de planos bem como flexibilizar a produção na secção de planos que dispõe de uma almofada semanal no abastecimento

5.4. PERFIL NÃO CONFORME

A quantidade excessiva de perfil de pinho, não conforme, na secção de montagem determinou as ações para reduzir a incidência do problema.

Ações desenvolvidas

Numa primeira fase, realizou-se um diagrama de causa-efeito que permitiu identificar a origem dos problemas (anexo B). Nessa análise foram caracterizados os fatores mais negativos e definiram-se ações para eliminar as causas dos problemas.

Constatou-se que o primeiro ponto de inspeção se situava na montagem, situação que determinava a acumulação de perfil rejeitado nesta secção. A constatação determinou a antecipação da inspeção realizando-a na secção de corte de perfil II.

Como os operadores não dispunham de informação uniformizada, quanto ao que era um perfil não conforme, a formação aos colaboradores da secção de corte de perfil e de montagem, foi a medida implementada para contornar essa questão, assim como, a colocação de painéis informativos nos postos de trabalho (ilustração 22).



Ilustração 22: Quadro informativo sobre perfil conforme e não conforme.

Implementada a primeira barreira de perfil não conforme, foi necessário identificar a origem do problema. Constatou-se que as “pontas”, matéria-prima de segunda, era processada da mesma forma que a restante matéria-prima o que levava a misturas indesejáveis. Como solução criou-se uma grade exclusivamente para “pontas”. Esta distingue-se pela sua cor encarnada e pela identificação que indica que a matéria-prima em questão deve ser cortada nas máquinas individuais e inspecionada na sua totalidade (ilustração 23).



Ilustração 23: Grade identificada para “pontas”.

Monitorização das ações

Ao longo das semanas, foram registadas as percentagens na rejeição de perfil na secção de montagem, sendo a ilustração 24 um gráfico dos resultados obtidos, antes e após a implementação.

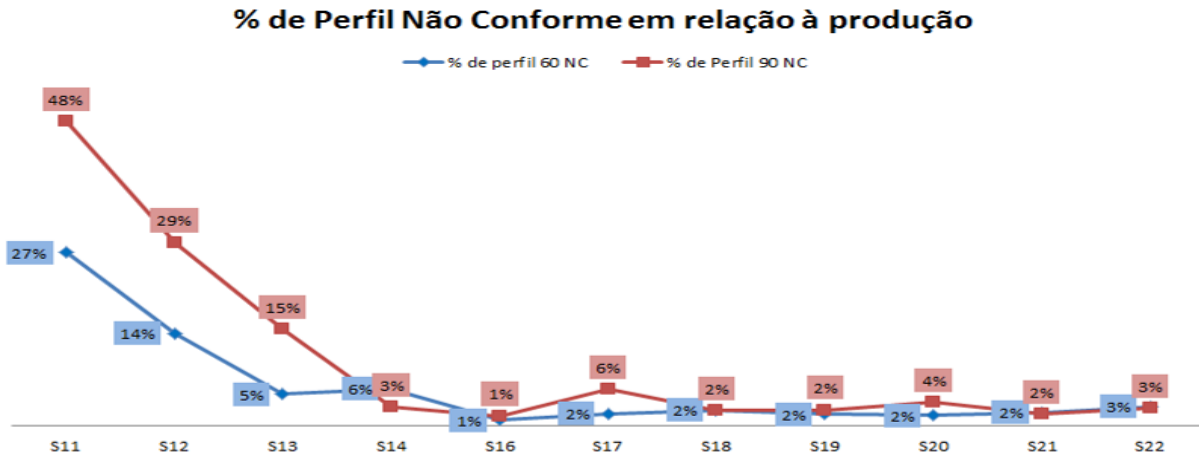


Ilustração 24: Gráfico da evolução do perfil não conforme de 90 e 60 cm verificado na secção de

No seguimento dos resultados obtidos, substituiu-se na montagem o tipo de caixa onde o perfil não conforme era depositado:

- Colocaram-se caixas com cerca de 25% da capacidade anterior (ilustração 25);
- Pintaram-se as caixas de encarnado;
- Reduziu-se para metade a quantidade de caixas na montagem.



Ilustração 25: As caixas anteriores utilizadas para colocar perfis rejeitados e a caixa atual.

5.5. TEMPOS DE SETUP

A mudança de ferramenta nos equipamentos de montagem era realizada pela equipa da manutenção. O responsável da secção de montagem comunicava, por escrito, uma necessidade de *setup* ao departamento de manutenção e aguardava pela sua disponibilidade. A espera refletia-se em tempos de *setup* elevados e consequentemente em perdas de produtividade na montagem.

Ações desenvolvidas

Formação dos operadores, da secção de montagem, para adquirirem competências e autonomia nas tarefas de mudança de ferramentas. Como ajuda visual facilitadora foi criada uma instrução visual que contempla todos os passos a realizar na mudança de ferramentas (anexo C). Esta instrução encontra-se fixada nas máquinas de montagem.

É essencial referir que a formação foi repetida, periodicamente, e apoiada pelo departamento de manutenção para consolidar os conhecimentos adquiridos.

Monitorização das ações

Os resultados obtidos com as alterações implementadas foram consideráveis e essenciais para a flexibilizar e rentabilizar a secção de montagem (ilustração 26).

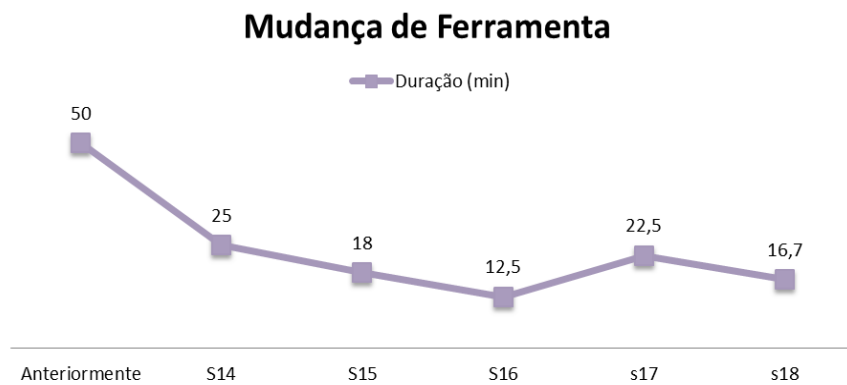


Ilustração 26: Gráfico da evolução da duração da mudança de ferramenta na secção de montagem.

5.6. LINHA PILOTO

Na criação da linha piloto que integrou uma máquina de montagem a uma linha de embalagem (ilustração 27) definiu-se uma matriz produto-processo⁴ para identificar quais os equipamentos compatíveis, tendo por base os critérios adotados no capítulo 3 (anexo D), sendo o resultado:

- **Máquina de montagem MMA7 (90x60 cm):** por ser o equipamento que dispõe de cola automática, sendo versátil e rápido na produção.
- **Terceira linha de embalagem:** a linha menos utilizada pela secção em questão.

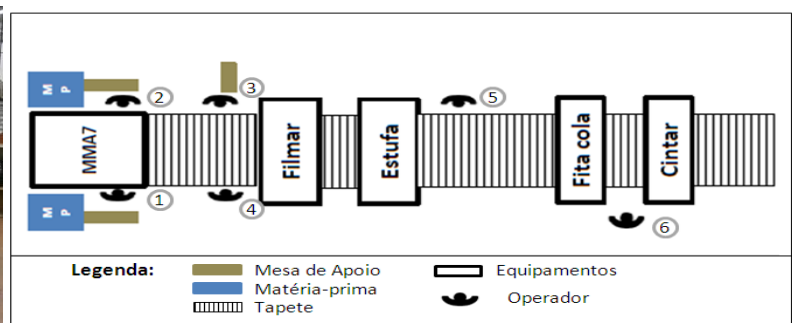


Ilustração 27: Linha piloto e seu layout.

Balanceamento

O balanceamento de linhas tem como finalidade assegurar o *takt time* distribuindo as tarefas sequenciais pelos postos de trabalho, maximizando a eficiência dos operadores e dos equipamentos, e minimizando o tempo em vazio. Assim sendo, efetuou-se o levantamento de todas as tarefas subjacentes à linha piloto e a duração de cada uma delas (ilustração 28):

- **Operador 1:** posicionar e abastecer o perfil 90 cm e os planos;
- **Operador 2:** posicionar e abastecer o perfil 60 cm e auxiliar o operador 3 nas suas tarefas;
- **Operador 3:** verificar a qualidade de cada produto e reparar se necessário;
- **Operador 4:** colocar o rótulo do produto e o acessório;
- **Operador 5:** preparar a caixa de cartão, colar etiqueta do produto na caixa e colocar o produto dentro da caixa;
- **Operador 6:** fechar as caixas, colocar em palete, colar rótulo da caixa e fazer o *picking*, assim como, deslocar as paletes.

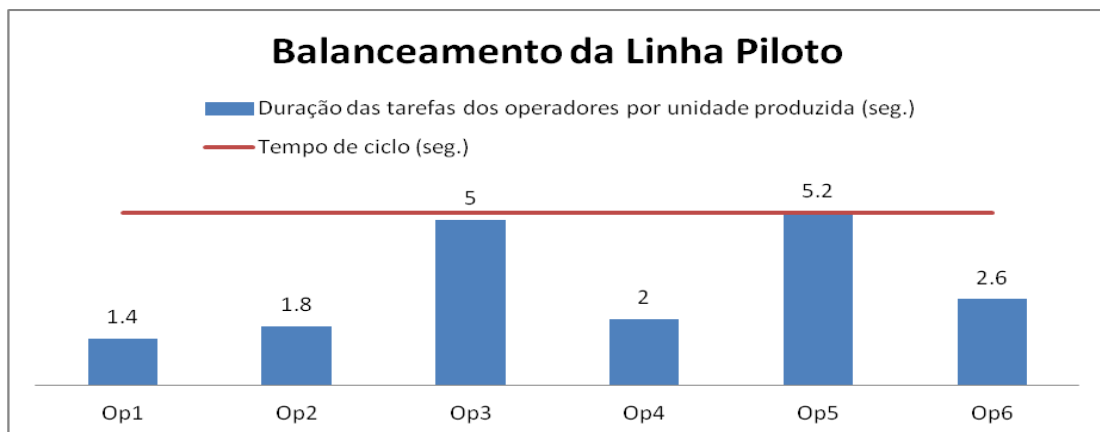


Ilustração 28: Gráfico do balanceamento da linha piloto.

Nesta análise, verifica-se que o operador 1 e 2 dispõem de tempos vazios em relação ao tempo de ciclo. Porém, não é possível que um único colaborador efetue as tarefas destes dois elementos devido à estrutura do equipamento que obriga ao abastecimento do perfil de um lado e de outro da máquina. Facto que se repete com o operador 4 pois, apesar do seu tempo de espera ser elevado, não dispõe de outras tarefas pela especificidade do local do seu posto de trabalho. Observa-se que o operador 3 e 5 trabalham na cadência do equipamento. É de referir que o operador 6 labora, em duas linhas em simultâneo, logo a duração das suas tarefas é igual ao tempo de ciclo.

Desta forma, a linha piloto dispõem de seis postos de trabalho com um tempo de ciclo de 5,2 segundos e produz em consonância com o *takt time*, que é de 6,2 segundos.

Paragens da linha piloto

Para monitorizar as paragens observadas na linha e a sua duração, pediu-se ao responsável da linha que registasse os momentos de inatividade (anexo E). Nas duas primeiras semanas de funcionamento, as paragens identificadas foram mais de cinquenta em três dias laborais que se refletiram em 50% de inatividade.

Analisaram-se as causas das paragens e definiram-se as soluções a implementar (tabela 16).

Com a linha piloto, implementou-se o sistema *pull*, com a sequência de produção definida pela embalagem.

Tabela 16: Tipos de paragens registadas na linha piloto, causas e ações a implementar.

TIPO DE PARAGEM	CAUSA	AÇÕES/SOLUÇÕES
Espera da sequência de produção Falta de material: perfil, plano, rótulos, caixas Enganos: utilização de caixas indevidas e trocas de encomendas	Falta de comunicação entre setores provocou paragens na sequência de produção: ▪ por não definirem a encomenda seguinte ou; ▪ por não disporem de todos os elementos para produzir.	▪ Móvel Sequenciador; ▪ Reuniões diárias e semanais entre setores; ▪ Supermercado de caixas e acessórios ▪ Melhorar abastecimento de rótulos;
Contagem e "limpar" tapete	As linhas de embalagem só iniciavam a encomenda seguinte quando a linha se encontrasse desimpedida de produto e as caixas estivessem na palete com o respetivo rótulo. Com a nova linha, esse hábito era acrescido da contagem de caixas, para informar os operadores de montagem se a encomenda estava ou não completa.	Gradualmente, extinguir essa prática com melhorias ao nível da comunicação.
Reparar produto	A inspeção do produto alternava com a reparação do mesmo quando necessário. Com o posto da inspeção em fluxo com embalagem, esses tempos de reparação refletiam-se em paragens sucessivas.	A reparação do produto é efetuada na linha quando requer pouca mão-de-obra e tempo.
Paragens da máquina de montagem	As paragens eram frequentes, nas máquinas de montagem, com longos tempos de espera até a manutenção atuar.	Manutenção Autónoma
Acumulação de produto após estufa e de caixas no fim da linha	A criação de um fluxo produtivo contínuo provocou numerosas paragens por os colaboradores não estarem acostumados.	Melhorar as condições nos postos de trabalho, que passou por aproximar os elementos que necessitavam.
Setup na máquina de montagem	A mudança de ferramentas era realizada várias vezes ao dia e quebrava o fluxo produtivo.	▪ Formação contínua; ▪ Melhorias ao nível do equipamento;

Para informar a secção e sensibilizar os operadores, na duração das paragens da linha, foi colocado um sinal luminoso (*andon*): luz verde sinaliza atividade e a vermelha interrupção (ilustração 29).



Ilustração 29: Sinal luminoso na linha piloto.

5.7. INFORMAÇÃO ENTRE MONTAGEM E EMBALAGEM

A comunicação entre setores é essencial para garantir um fluxo de produção contínuo gerido pelo sistema *pull*. Para assegurar a comunicação desenvolveram-se ações e analisaram-se mecanismos que auxiliassem essa interligação.

Sequenciador

Estrutura de alvéolos para armazenar informação, localizada no bordo de linha, que permite sequenciar as encomendas semanais. Cada alvéolo representa uma encomenda e deve conter todos os elementos necessários para iniciar a produção: ordem de produção, ordem de encomenda, rótulos, acessório, etc. (ilustração 30).



Ilustração 30: Móvel sequenciador para a linha piloto.

Para gerir o funcionamento da linha, os operadores devem deslocar-se à estrutura para retirarem a informação necessária à realização das suas tarefas. O responsável por abastecer a matéria-prima para a máquina de montagem dispõe também aí de informação para a produção seguinte, em planos e perfil, que coloca na zona reservada para tal.

Planeamento de reuniões

O sequenciador auxilia ao nível da organização e da independência operacional da linha piloto. Porém, um planeamento eficaz implica sintonia entre as diversas secções, o que vai além da implementação de uma simples metodologia de trabalho. Considerou-se essencial a realização de uma reunião semanal entre os encarregados das secções para planear as necessidades da semana e reuniões diárias entre o encarregado da montagem e da embalagem para consolidar a sequência definida por este último.

5.8. RUTURA DE STOCK DOS ACESSÓRIOS

Para evitar as constantes falhas no abastecimento de alguns acessórios e o excesso de *stock* noutros, criou-se um supermercado na secção de embalagem, abastecido por um comboio logístico (*mizusumashi*⁵) de duas em duas horas (anexo F). Esta solução deverá eliminar as ruturas, reduzir o transporte e o *stock* (anexo G).

Os acessórios são o ponto mais crítico da secção de embalagem pelas seguintes razões:

- Diversidade;
- Consumo irregular, ser utilizado uma vez no mês mas em quantidades elevadas;
- Fornecimentos irregulares nos prazos de entrega.

O supermercado foi definido para os principais acessórios (cerca de vinte e cinco) e o seu dimensionamento baseou-se no cenário mais crítico: três linhas de embalagem a produzir em simultâneo. Com base nestes critérios, para cada acessório determinou-se o consumo para quatro horas e colocou-se em caixas, tendo em conta o volume ocupado (ilustração 31).

O fluxo de informação entre o armazém e o supermercado é realizado pelo sistema *kanban*. Assim sendo, cada tipo de acessório é acompanhado por um cartão *kanban* com o nome do mesmo, a referência e o *stock* mínimo e máximo (anexo G). Os cartões *kanban* situam-se no supermercado e só são colocados no quadro *kanban* de acessórios quando a caixa atinge o *stock* mínimo.

O *stock* mínimo é metade do *stock* máximo e permite produzir durante duas horas, sendo este o tempo de reposição do comboio. O operador do *mizusumashi* tem a responsabilidade de verificar se existem cartões no quadro de *kanban* e transportar esses pedidos ao armazém para no ciclo seguinte abastecer o necessário.

Esta é a primeira fase, estando previsto estendê-la aos restantes acessórios e corrigir as quantidades dimensionadas, se necessário, após a fase de consolidação da solução.

⁵ É um meio de transporte de materiais, usado para abastecer as áreas de produção. O abastecimento é normalizado, as entregas são frequentes e de acordo com as necessidades dos colaboradores.



Ilustração 31: Supermercado dos acessórios na secção de embalagem.

5.9. STOCK E ABASTECIMENTO DE CAIXAS

Implementou-se um sistema *kanban* para as caixas de cartão para nivelar o *stock* pelas necessidades da produção. Neste caso, definiu-se um espaço no chão para cada elemento gerido pelo sistema em questão.

Apesar da variedade de caixas utilizadas na secção de embalagem, só três são consumidas diariamente nas linhas. A essas foi associado um cartão *kanban* que indica o *stock* mínimo e máximo, a descrição e a referência da caixa (anexo H).

Para as caixas mais consumidas, o *stock* mínimo é de uma paleta e o máximo de duas, sendo que a área de armazenamento no chão de fábrica é cingida a esse critério. No caso das referências indicadas pelo responsável, existe um espaço próprio para colocar o material (ilustração 32).



Ilustração 32: Zona de armazenamento das caixas de cartão: antes e depois do sistema *kanban*.

Os cartões são colocados no quadro de *kanban* para o efeito, ilustração 33, quando:

- Atinge o *stock* mínimo, no caso das referências mais utilizadas;
- A secção de embalagem necessita de uma caixa específica.

O fluxo de pedidos é conduzido para o armazém pelo operador do comboio logístico, portador dos cartões *kanban*.

Existem outras caixas que são usadas semanalmente em quantidades variadas. Para estas, criou-se um cartão *kanban* no qual o responsável escreve a referência da caixa em questão e a quantidade necessária para satisfazer a encomenda (anexo H).



Ilustração 33: Quadro *kanban* das caixas.

5.10. RUTURA DE STOCK DOS RÓTULOS DO PRODUTO

A rutura de *stock* dos rótulos do produto era outro obstáculo à produção contínua na secção de embalagem. Tal acontecia por não existir *stock* mínimo dos rótulos mais consumidos e por se ignorar se algum colaborador solicitara reposição. Assim sendo, criou-se uma identificação visual que mostra o nível do *stock* mínimo. Quando este é atingido o colaborador deve indicar, no quadro para pedidos, o rótulo que é necessário, a quantidade, a data e a sua assinatura (ilustração 34).



Ilustração 34: Stock mínimo dos rótulos do produto e quadro para pedido de reposição

5.11. PROBLEMAS TÉCNICOS DO EQUIPAMENTO

Verificou-se que as sucessivas paragens da máquina de montagem da linha piloto eram induzidas pela falta de manutenção. Treinaram-se os operadores, em manutenção autónoma dos equipamentos, com base em instruções visuais realizadas para o efeito (anexo I).

O impacto desta medida estimulou a chefia a aumentar o âmbito desta ação abrangendo toda a secção de montagem.

6. Resultados obtidos

Neste projeto, os resultados foram surgindo de forma gradual, ao longo da implementação das ações. Neste capítulo analisar-se-ão os resultados obtidos, do abastecimento da matéria-prima até à embalagem do produto.

6.1. ABASTECIMENTO

A implementação de sistemas *kanban* no abastecimento do aro natural e dos planos eliminou as falhas no fornecimento ao chão-de-fábrica e permitiu reduzir os *stocks* consideravelmente:

- *Stock* de perfil em pinho reduziu mais de 60% (ilustração 35);
- *Stock* de planos reduziu cerca de 30%;

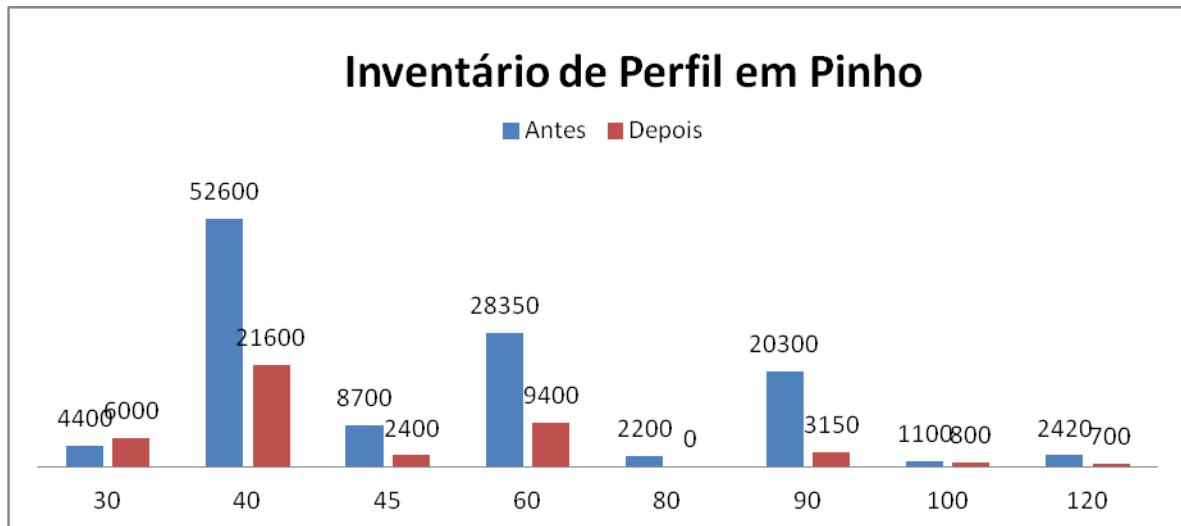


Ilustração 35: Gráfico do inventário de perfil de pinho.

6.2. CONFORMIDADE

As melhorias significativas observadas na qualidade do perfil possibilitaram a extinção de uma tarefa a cada operador da secção de montagem, tarefa que implicava a verificação da conformidade de cada perfil. Tal resultou na supressão de um posto de trabalho em cada máquina de montagem (sem cola automática).

À semelhança da linha piloto, iniciou-se a inspeção da qualidade de cada unidade produzida à saída das máquinas (ilustração 36), ação com resultados extremamente positivos para a Empresa:

- Supressão de um posto de trabalho no controlo da qualidade;
- Libertação de espaço aquando da retirada dos extensos tapetes à saída de todas as máquinas que serviam de stock antes da verificação da conformidade;
- Reduziu-se o manuseamento.

É de referir que essa ação foi possível pela melhoria da qualidade do perfil e dos planos que reduziu a quantidade de produto não conforme. Por outro lado, a supressão de dois postos de trabalho em cada máquina de montagem permitiu um ganho de produtividade de cerca de 30%.



Ilustração 36: Inspeção do produto à saída da máquina (antes e depois).

6.3. LINHA PILOTO

Os objetivos desta linha eram reduzir o desperdício no *stock* de *WIP* e transporte, criando um fluxo produtivo que tornasse possível o *takt time* calculado.

Redução do desperdício

Com a linha piloto eliminou-se o *stock* de *WIP* de produto com dimensão 90x60 cm. Tal foi possível pela criação de fluxo contínuo entre montagem e embalagem e com isso reduziu-se cerca de 25% de *stock* intermédio em chão-de-fábrica só das dimensões em questão (ilustração 37). Para além do referido também se constatou a redução do manuseamento e do transporte de produto:

- O *WIP* já não acontece junto à montagem, nem nas zonas de armazenamento intermédio e embalagem;
- Eliminaram-se os dias de espera do produto até ser embalado, que implicava deterioração do mesmo e ocupação de espaço;
- Colocou-se a matéria-prima próxima da máquina de montagem para evitar deslocações desnecessárias e manuseamentos repetidos.



Ilustração 37: *Stock* de *WIP*: antes e depois das ações implementadas.

Produtividade vs. Capacidade

A mudança de *layout*, associada às melhorias operacionais, permitiu reduzir o tempo de ciclo da máquina de montagem e aumentar, em 40%, a capacidade produtiva. Esta mudança foi essencial para produzir no *takt time* pretendido, não sendo possível na situação inicial.

Fatores externos condicionaram os resultados pretendidos ao longo dos meses de implementação do projeto:

- Cerca de cinco semanas de férias, entre maio e início de junho, que implicaram a redução dos recursos e a estagnação das ações, prejudicando a fase de consolidação das soluções;
- O responsável pela secção de embalagem mostrou-se pouco cooperante na mudança, sendo um problema que se arrastou ao longo do projeto e que o prejudicou consideravelmente;
- A falta de cooperação de alguns departamentos adjacentes que acarretaram lentidão na resolução de certos problemas.

Como tal, a atual capacidade produtiva encontra-se ofuscada pelas paragens contínuas da linha piloto apesar das diversas ações implementadas para contrapor esses factos.

Na ilustração 38 observa-se a evolução da produção, desde a implementação da linha até à data, assim como, o tempo de inatividade da linha registada pelos operadores e o tempo que estes não registaram mas em que a linha não produziu.

Constata-se que atualmente produz menos do que quando foi implementada, verificando-se maiores tempos de paragens. A leitura do gráfico da ilustração 39 indica que, num dia laboral, a linha suspende a sua atividade aproximadamente quatro horas, mais uma do que no período de implementação.

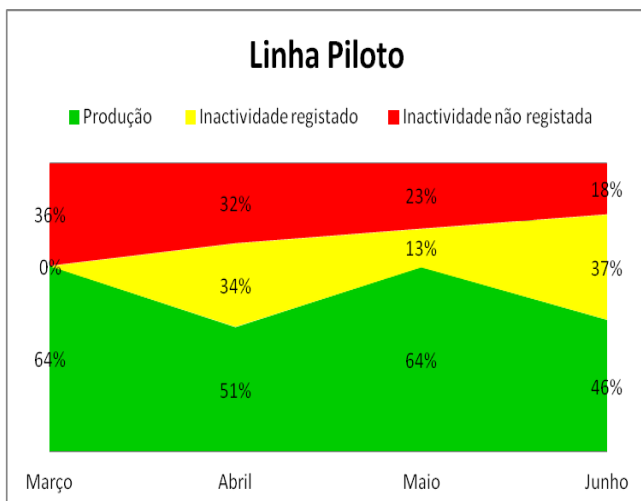


Ilustração 39: Gráfico de evolução da produção da linha

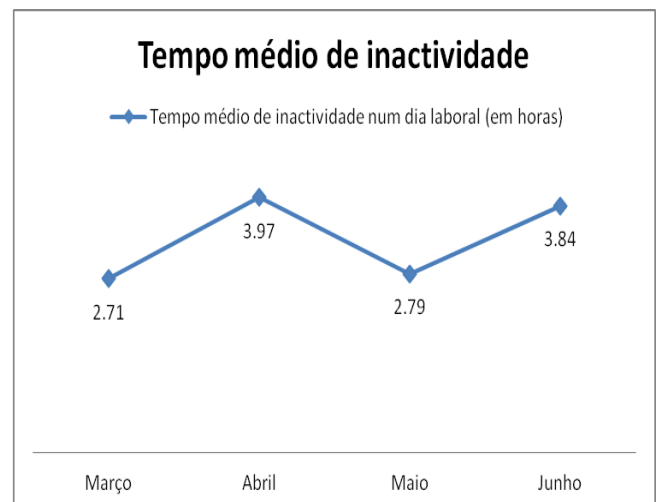


Ilustração 38: Gráfico da evolução do tempo médio de inatividade num dia laboral.

Quanto à produtividade antes da mudança de *layout*, situava-se nas cem unidades por hora por cada operador, quando estavam alocados quatro operadores à máquina de montagem e outros quatro à linha de embalagem. Ao longo dos meses do projeto foi-se verificando um declínio dos resultados justificado pelas paragens contínuas verificadas na linha (ilustração 40).

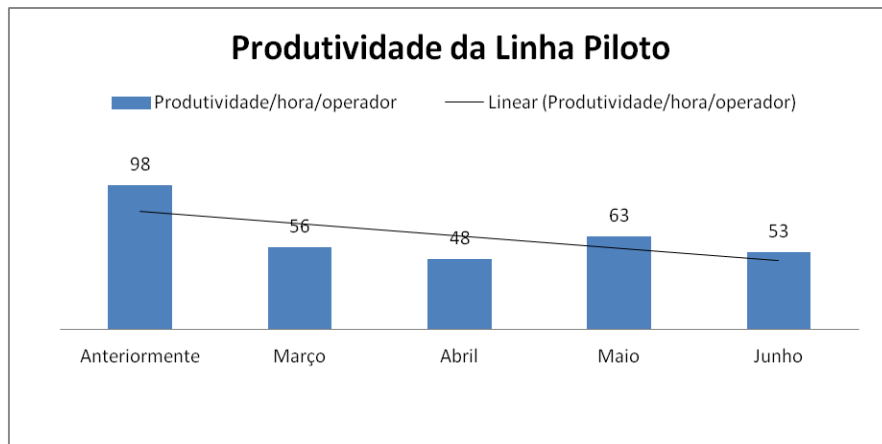


Ilustração 40: Gráfico da evolução da produtividade da linha piloto.

É de evidenciar o facto de, na semana antes do início das férias, a linha ter atingido uma produtividade máxima de oitenta e duas unidades por hora e por operador. Nessa data, observaram-se somente três tipos de paragens que são consideradas inevitáveis, como é exemplo a mudança de ferramenta. Este é um exemplo de como a linha piloto é funcional quando as ações são usadas em proveito da sua eficiência.

Evolução das paragens

Com base nos registos das paragens (anexo J), verificou-se que as que tem afetado constantemente a eficiência da linha são:

- Reparar produtos - implica parar a linha entre encomendas;
- Falta de caixas e rótulos - deficiências no planeamento da sequência produtiva;
- Engano nas encomendas - fluxo informativo mal gerido.

Porém, é de referir que em média, somente metade das paragens são registadas. Outro fator não evidenciado nos registos mas que se tem verificado repetidamente é a falta de informação auferida aos operadores da linha quanto às encomendas seguintes. De facto, o móvel sequenciador foi projetado para os colaboradores terem acesso à sequência de produção previamente definida pelo responsável da seção de embalagem. Porém, o que se constata é um dos seguintes cenários:

- Não dispõem de toda a informação necessária para realizar uma encomenda (ex: rótulo do produto);
- A sequência encontra-se mal delineada (ex: matéria-prima não processada)
- A sequência não está definida.

Tais factos devem-se a deficiências ao nível do fluxo informativo entre secções. É de referir que uma das medidas implementadas para contornar esse obstáculo foi as reuniões diárias e semanais entre responsáveis, porém tal só se verificou escassas vezes antes do período de férias.

6.4. LEAD TIME E TEMPOS DE ENTREGA

O *lead time* de produção, tempo entre a montagem de um artigo e o *picking*, tem vindo a diminuir consideravelmente ao longo do projeto (ilustração 41). Tal indica que os normais tipos de desperdício, como tempo em espera, *WIP* e transporte, reduziram dando espaço ao fluxo produtivo entre setores. Quanto à entrega das encomendas, o índice de satisfação dos clientes progrediu com

melhoria no cumprimento dos prazos de entrega (ilustração 42). O âmbito destes dois indicadores e a evolução crescente que se têm vindo a observar apontam para uma clara melhoria ao nível dos processos utilizados pela produção.

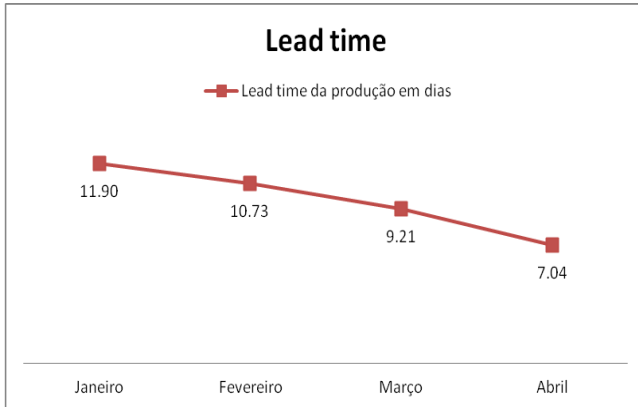


Ilustração 42: Gráfico explícita o *lead time* de produção.

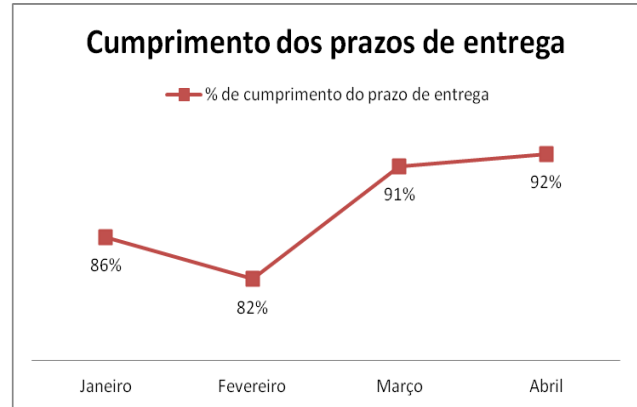


Ilustração 41: Gráfico que indica o cumprimento dos prazos de entrega.

6.5. ÁREA OCUPADA

A diminuição da área ocupada era outro objetivo do projeto e foi alcançado através de:

- Redução do *stock* em *WIP*;
- Redução do *stock* de perfil de pinho;
- Armazenamento do perfil revestido (ilustração 43);
- Redução do perfil não conforme;
- Remoção de tapetes e mesas desnecessárias na secção de montagem;
- Secção dos acessórios retirada do âmbito do setor Bi-casa (tomada de decisão da Empresa).



Ilustração 43: Armazenamento do perfil revestido antes e depois da medida implementada.

Dessas medidas resultou uma redução em área ocupada de mais de 7%, valor esse considerável comparado com a extensão do setor (mais de 4500 m²).

7. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Este projeto, desenvolvido no âmbito de uma dissertação de Mestrado, surgiu com a necessidade que a Empresa tinha de aumentar a produtividade e reduzir o espaço ocupado pelo setor Bi-casa. O desperdício observado na ocupação do espaço e nas quebras do fluxo produtivo apresentavam-se como os principais obstáculos à produtividade e eficiência.

Numa fase inicial, implementaram-se ações com a finalidade de resolver os problemas de abastecimento de matérias-primas e reduzir os principais tipos de desperdício, identificados no chão-de-fábrica, como *WIP*, produtos não conformes, transporte e manuseamento.

Implementou-se um sistema de comunicação que permitiu controlar as variações de *WIP* com base na procura: o sistema *kanban*. Esta metodologia eliminou as ruturas de matéria-primas e nivelou a quantidade em *stock* pelas necessidades. A quantidade de perfil não conforme foi outro exemplo da redução do desperdício, com treino e sensibilização dos colaboradores, transformando-os em autocontroladores das suas tarefas e da qualidade do produto. Estas medidas contribuíram para resultados extremamente positivos, como é exemplo o espaço libertado e o aumento da produtividade com redução de postos de trabalho.

Concebeu-se uma linha piloto que integrou uma máquina de montagem com uma linha de embalagem com o intuito de criar fluxo produtivo para o produto-alvo. Esta solução permitiu eliminar paragens, *stocks* e manuseamentos intermédios entre os setores em causa. Apesar da produtividade da linha piloto ficar aquém das expectativas, não denota que seja inadequada às necessidades. Este facto só se verificou pelas constantes paragens da linha relacionadas principalmente, com deficiências ao nível do sequenciamento da produção, que emergiu para diversos tipos de paragens, como é exemplo a falta de matéria-prima. Contudo, é essencial referir que os obstáculos ao aumento da produtividade da linha piloto ocorreram pela inadaptação da chefia da secção de embalagem às mudanças, prendendo-se a hábitos enraizados. Em similitude a estas ações, realizaram-se mudanças na seção da montagem que permitiram um aumento de cerca de 40% de produtividade. Este é um excelente exemplo de que as medidas implementadas propiciam efeitos claramente positivos quando apoiadas e monitorizadas pela chefia intermédia.

Com a criação da linha piloto, implementou-se numa fase inicial o sistema *pull* exclusivamente para o produto-alvo, mas com o objetivo de alargar o âmbito a toda a produção. Porém, com as deficiências observadas ao nível do sequenciamento que deram origem à perda de eficiência da linha, não foi possível a progressão desejada.

Com a diminuição de mais de 7% da área ocupada pelo setor em questão, foi possível alcançar um dos principais objetivos do projeto. Porém, fica claro que são muitas as ações que não foram implementadas e que contribuiriam para libertar mais espaço, como é exemplo a mudança de *layout*.

No anexo M, propõem-se um novo *layout* para o setor. Esse implica a integração de uma máquina de 90x60 cm e uma de 60x40 cm a duas linhas de embalagem de forma a conceber em fluxo produtivo para cerca de 60% dos produtos. A terceira linha é dedicada aos restantes e a última linha manter-se-á nos produtos especiais já que somente nessa é que podem ser embalados. O equipamento que produz o quadro com maiores dimensões pertencerá à linha de embalagem individual (só nessa é que pode ser embalado). Com esta nova planta, o espaço ocupado pelo setor das madeiras reduziria consideravelmente. Porém, essa mudança só é possível com a evidência de melhorias ao nível da produtividade da linha piloto, resultado dependente de um fluxo de informação eficaz, entre secções, com o objetivo de tornar o setor mais eficiente.

A resistência à mudança por parte dos colaboradores mais antigos da Empresa foi a questão mais nefasta para o projeto. Outro fator prejudicial a este foi o período de férias entre maio e junho que implicou uma redução de 50% dos efetivos e consequente paragem do projeto, com estagnação e parcial retrocesso nos resultados, como se pode constatar pelos indicadores referentes a essa interrupção. Foi também possível observar nesse período a desorganização quanto às ações já implementadas, que acabaram por não serem executadas e só retomadas em meados de junho. É de referir que essas obstruções ao projeto relacionaram-se, na sua maioria, com a dependência da Empresa relativamente ao *know-how* dos colaboradores, principalmente das chefias. Assim, quando esses elementos não se encontravam abertos a outros cenários ou se ausentavam da unidade fabril a mudança não era exequível.

No âmbito geral, os objetivos do projeto foram alcançados: a produtividade do setor de montagem aumentou em cerca de 40% e a área ocupada reduziu. Por outro lado, o *lead time* de produção diminuiu o que demonstra que o desperdício também seguiu essa tendência. Mantêm-se o desafio de melhorar a produtividade da linha piloto que servirá como exemplo para um novo *layout* no sistema *pull*.

8. Referências

- Courtois, Alain, Maurice Pillet, and Chantal Martin-Bonnefous. 2006. *Gestão da Produção*. Biblioteca Indústria&Serviços Lidel - edições técnicas, Lda.: 5.
- "Manuel Pinho inaugura em esmoriz fábrica do Grupo Bi-Silque ". 2009. *Público*, 18 de Junho de 2009.
- Niimi, Atsumi. 2006. Sobre o Nivelamento (heijunka). <http://www.lean.org.br/artigos/109/sobre-o-nivelamento-%28heijunka%29.aspx>.
- Ohno, Taiichi. 1978. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Translated by Toyota seisan hōshiki. original ed: Productivity Press.
- Pinto, João Paulo. 2009. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 3ª ed: Biblioteca Indústria & Serviços: Lidel - edições técnicas, Lda.
- Smalley, Art. 2007. Apêndice do "Criando o Sistema Puxado Nivelado". <http://www.lean.org.br/artigos/44/uma-visao-sistematica-dos-principios-lean-reflexao-apos-16-anos-de-pensamento-e-aprendizagem-lean.aspx>.
- Suzaki, Kiyoshi. 2010. *Gestão de Operações LEAN: Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*. Translated by U. L. LeanOp. 1ª ed: The Free Press.
- Womack, James P., Daniel T. Jones, and Daniel Roos. 2004. *A Máquina que Mudou o Mundo*. Translated by Ivo Korytowski. 10ª ed: Elsevier.

ANEXO A: Exemplo de um cartão *kanban* para planos

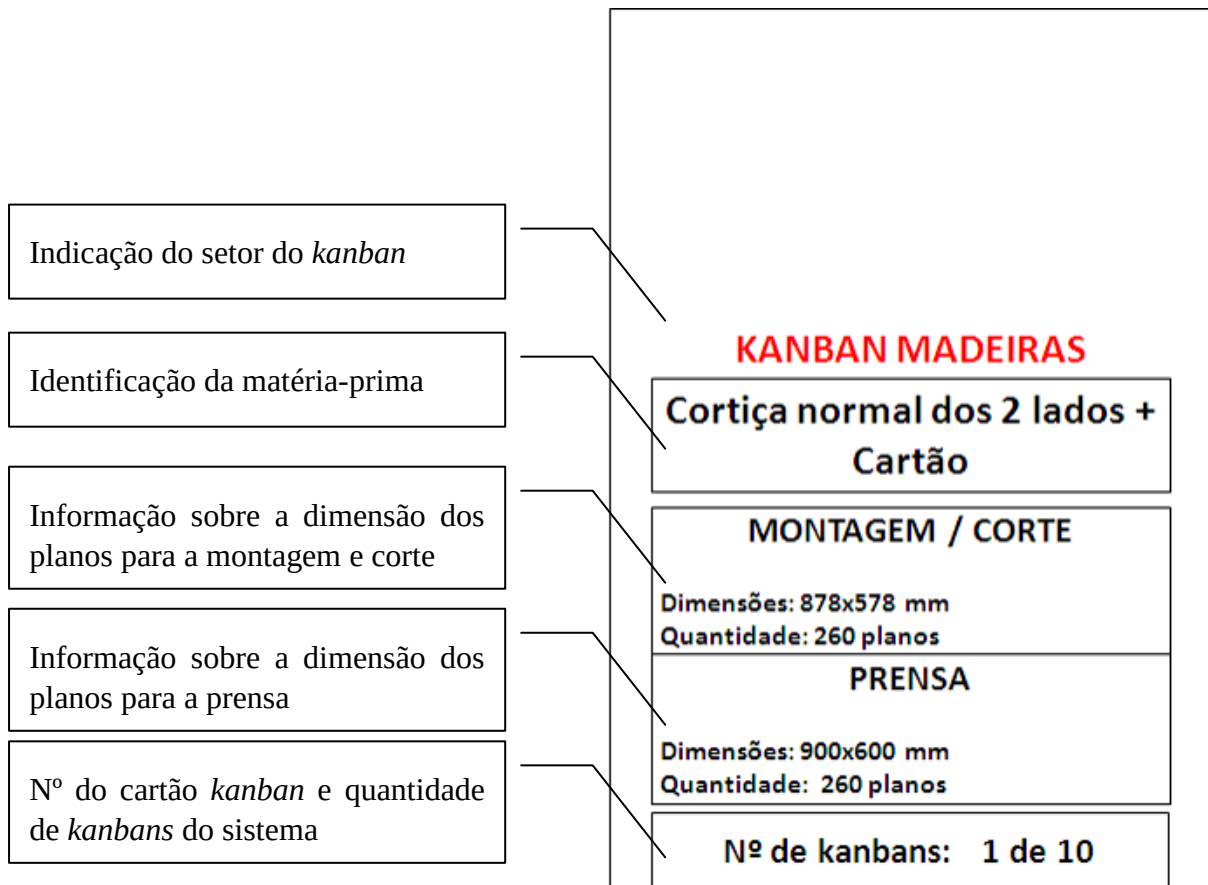


Ilustração 44: Exemplo de um cartão *kanban* para os planos.

ANEXO B: Gráfico de causa-efeito quanto aos problemas de qualidade do perfil de pinho

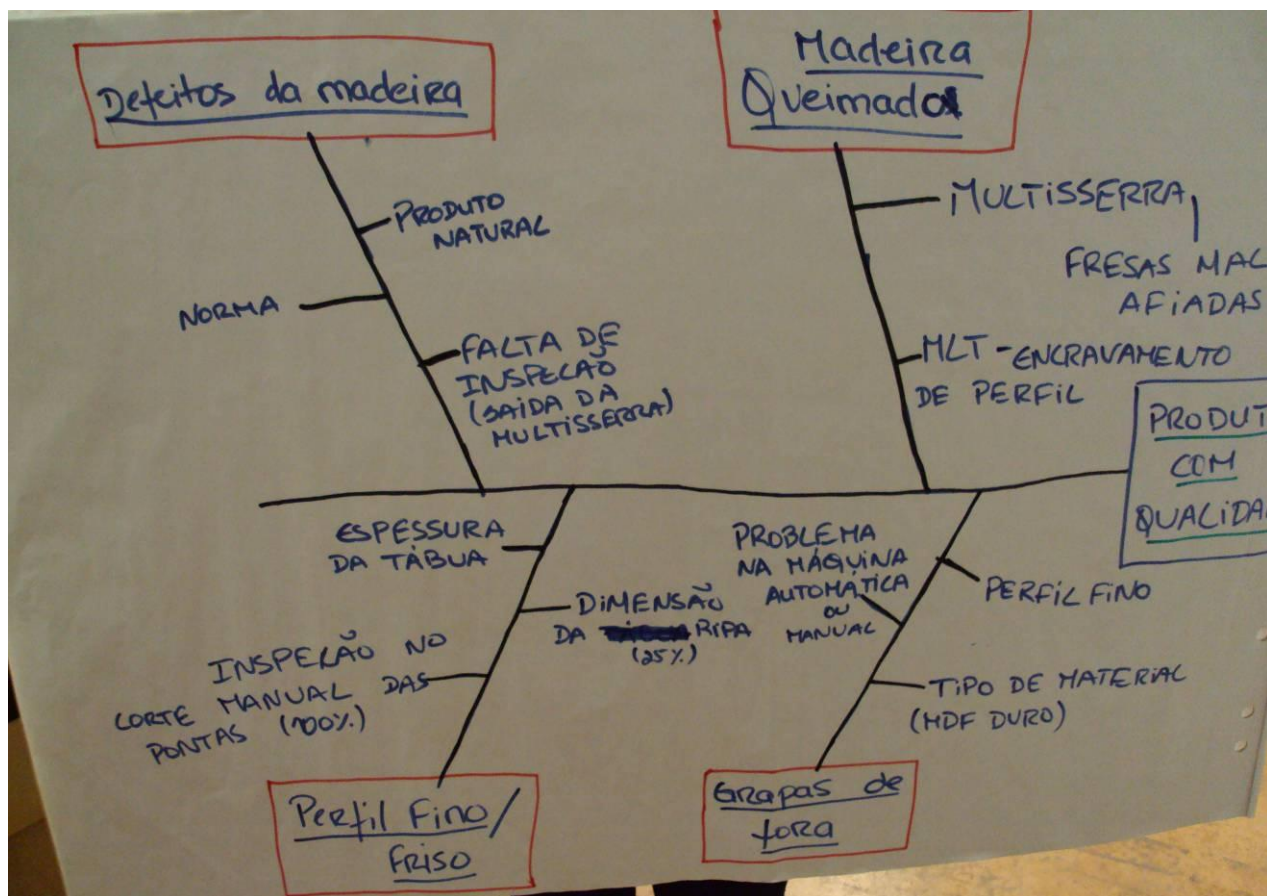


Ilustração 45: Gráfico de causa-efeito quanto aos problemas de qualidade do perfil de pinho.

ANEXO C: Instrução visual para mudança de ferramenta das máquinas de montagem

INSTRUÇÕES VISUAIS PARA MUDANÇA DE FERRAMENTA	
FERRAMENTA NECESSÁRIA	
Chave de bocas 5 e 10 – Ajustar barras para largura do perfil.	
Chave de bocas 19 – Afinar mesa de cima e de baixo das máquinas que não têm manípulos.	
Chave de bocas 22 – Pneumáticos das máquinas 40x30 e 45x30.	
Chave de bocas 24 – Pneumáticos das máquinas que não sejam 40x30 e 45x30.	
Chave Umbrako 4 – Ajustar barras para largura do perfil 90x60 e 60x45 (essencialmente para perfil iris)	
Chave Umbrako 6 – Acertar mesa de baixo na máquina 45x30.	
INSTRUÇÕES DE TRABALHO	
	1. Virar o botão vermelho do quadro.
	2. Pressionar o <u>botão de emergência</u> da máquina.
	3. Pressionar botão de ligar da máquina (vermelho) e OUVIR DESCARREGAR O AR . Se NÃO OUVIR a máquina à descarregar o ar comprimido, desligar o ar manualmente (e chamar o responsável pela manutenção para identificara causa).
	4. Colocar fita adesiva na célula do centro da máquina, de forma a tapar esta.
	5. Introduzir o plano branco pela saída da máquina. O plano branco deve ter as medidas dos perfis pretendidos.
	6. Puxar o botão de emergência.

	7. Ativar a célula na entrada dos planos.
	8. Virar o botão preto do quadro para a direita.
	9. Ativar a célula na saída dos quadros.
	10. Aliviar os manípulos da mesa de cima, no sentido dos ponteiros do relógio.
	11. Aliviar os quatro pneumáticos (desapertar porca de fora para a esquerda e depois a de dentro para a direita), mantendo o plano branco centrado com a máquina.
	12. Encostar os cantos à placa em diagonal.
	13. Apertar os pneumáticos em diagonal (apertar 1ª a porca de dentro, centrando a placa).
	14. Virar para a esquerda o botão preto do quadro.
	15. Pressionar a emergência e retirar plano branco.
	16. Retirar fita adesiva da célula central.
	17. Abastecer a máquina com um plano (o pretendido).
	18. Puxar o botão de emergência e virar o botão preto do quadro para a direita.
	19. Ativar a célula de saída dos quadros.
	20. Com uma ponta de perfil pretendido, colocar em cada canto do plano de forma a ajustar a altura.

ANEXO D: Matriz produto-processo

[illegible]

Ilustração 46: Matriz produto-processo: primeiro por tipo de planos e, na imagem seguinte, por dimensão e máquina.

ANEXO E: Folha de registo sobre inatividade da linha piloto



Linha Piloto: Registo Micro-Paragens

DATA:

	Tipo de Paragem	Medição
M o n t a g e m	Avaria	
	Mudança de Ferramenta	
	Encher cola	
	Memos com defeito	
	Colocação de etiqueta	
	Meter cortiça para dentro	
	Mudança de Material	
E m b a l a g e m	Avaria	
	Engano na embalagem	
	Colocar bobine de filme	
	Acumulação de caixas no fim na linha	
	Acumulação de memos (tapete cheio)	
A b a s t e c i m e n t o	Falta perfil	
	Falta planos	
	Falta caixas	
	Falta rótulos do produto	
	Falta acessório	
	Comunicação (sequencia)	
	Falta de paletes	
O u t r o s	Falha Luz	
	Falha ar comprimido	

ANEXO F: Percurso do comboio logístico

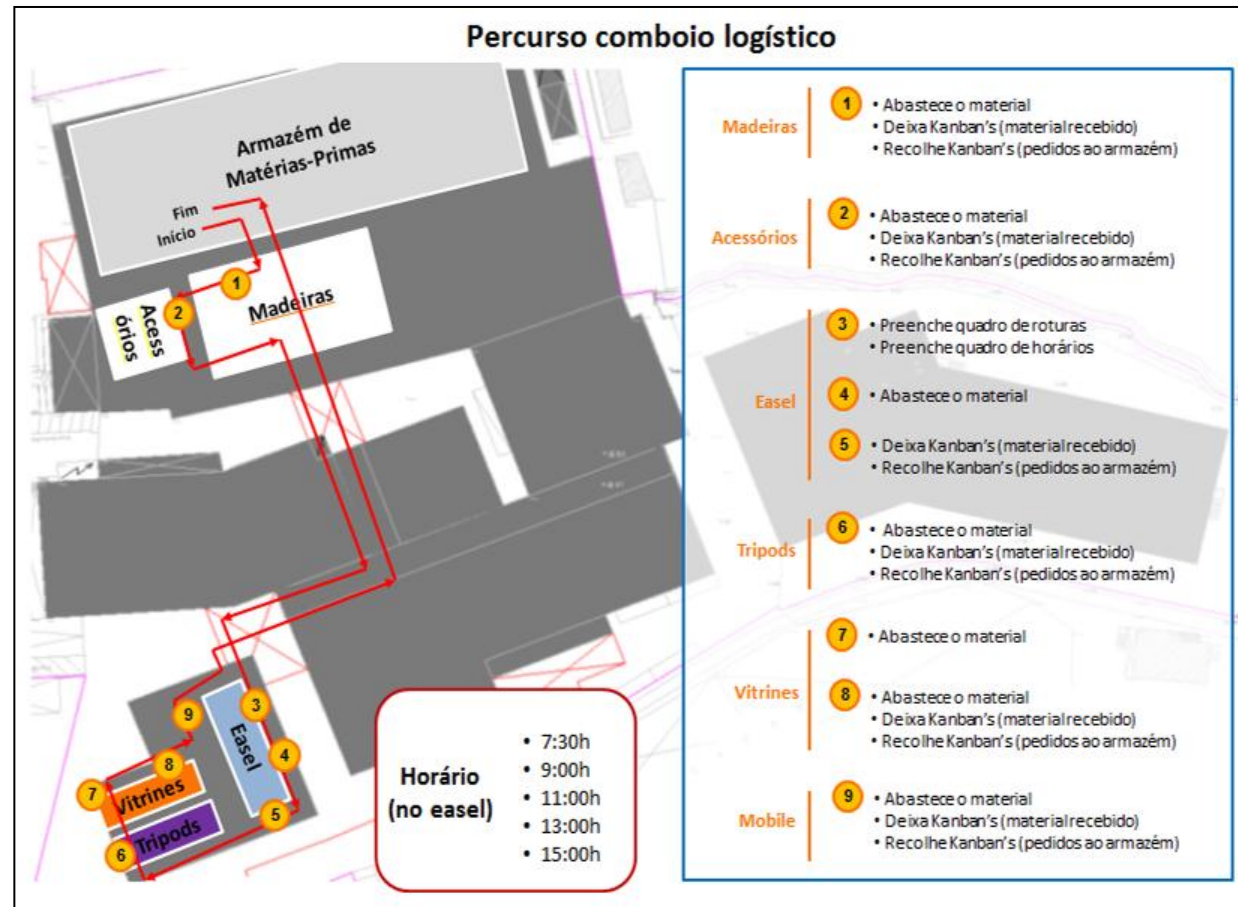


Ilustração 47: Comboio logístico e percurso do mesmo.

ANEXO G: Supermercado para acessórios associado ao sistema *kanban*



Ilustração 49: Zona de armazenamento de acessórios no chão-de-fábrica (antes).



Ilustração 48: Supermercado de acessórios e exemplo de identificação para as caixas.



Ilustração 50: Quadro para cartões *kanban* dos acessórios e exemplo de cartão *kanban* dos acessórios.

ANEXO H: Cartões *kanban* para caixas de cartão

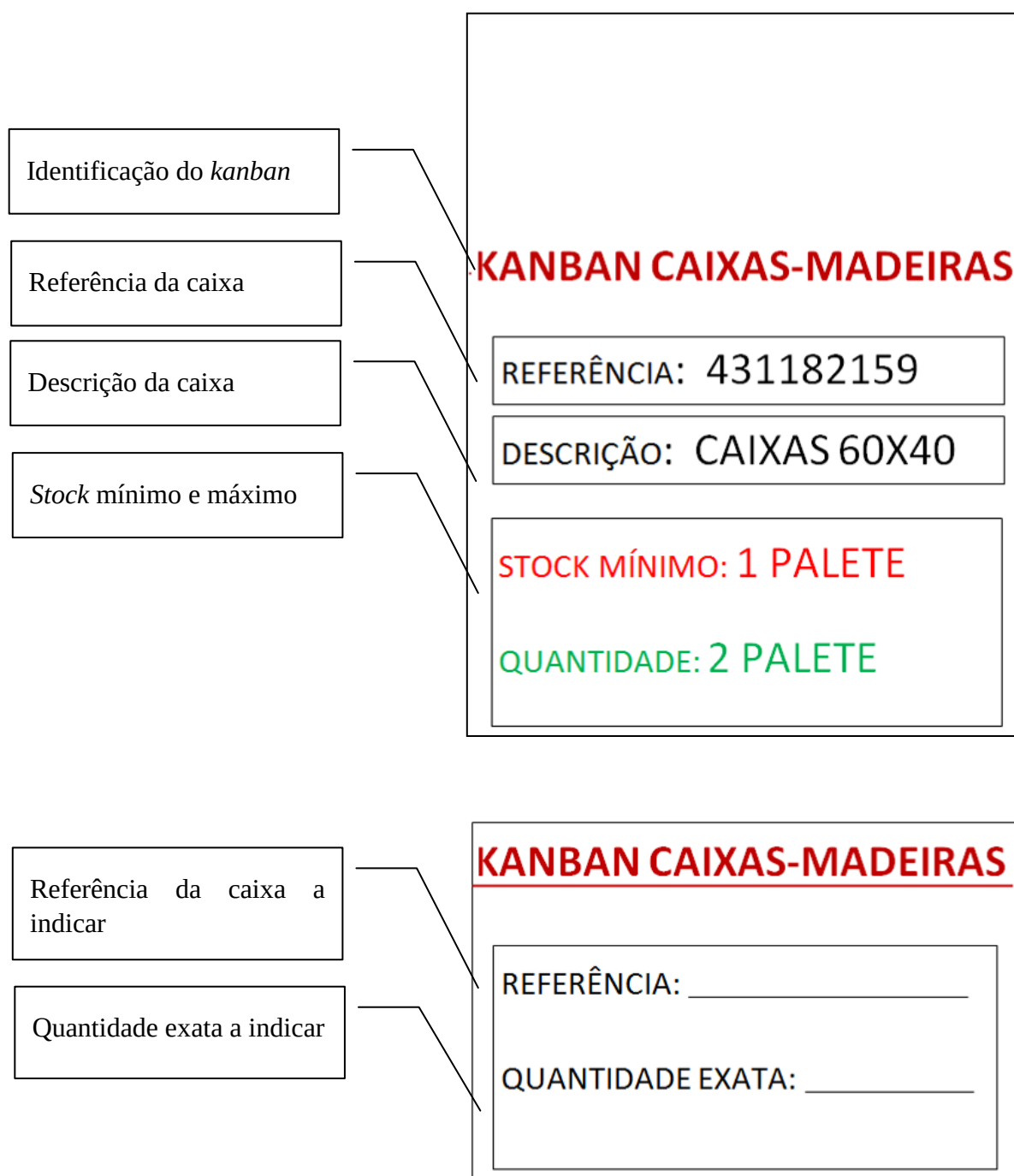


Ilustração 51: Exemplo de cartão *kanban* para caixas.

ANEXO I: Instrução visual para manutenção autónoma



MANUTENÇÃO AUTÓNOMA

ELEMENTO	AJUDA VISUAL	TIPO DE AÇÃO	MEIOS	INSTRUÇÃO	FREQUÊNCIA
Guias		Limpar	Pano Diluyente 20	Limpar as duas guias com um pano e diluyente 20.	Diariamente
		Lubrificar	Óleo	Com o spray de óleo, lubrificar cada guia.	Semanalmente
Mesa de Cima		Limpar	Pano Ar comprimido	Com a mangueira de ar comprimido limpar o pó e passar o pano de forma a limpar a sujidade.	Diariamente
Mesa de Baixo		Limpar	Ar comprimido	Com a mangueira de ar comprimido soprar na parte inferior da mesa de baixo de forma a retirar restos de aro e pó acumulado.	Diariamente
Rolamentos		Limpar	Pano Diluyente 20	Limpar resíduos de cola com o pano embebido com diluyente.	Diariamente
		Lubrificar	Óleo	Com o spray de óleo, lubrificar cada rolamento.	Semanalmente
Cilindros		Limpar Lubrificar	Pano Diluyente 20 Óleo	Limpar os com um pano embebido em diluyente e lubrificar com óleo.	Semanalmente
Bicos de cola		Lubrificar	Massa consistente	Colocar massa consistente em cada bico de cola.	Diariamente, ao desligar a máquina
Rolamentos à saída		Limpar Lubrificar	Pano Diluyente 20 Óleo	Limpar os com um pano embebido em diluyente e lubrificar com óleo.	Semanalmente

ANEXO J: Evolução dos tempos de paragens

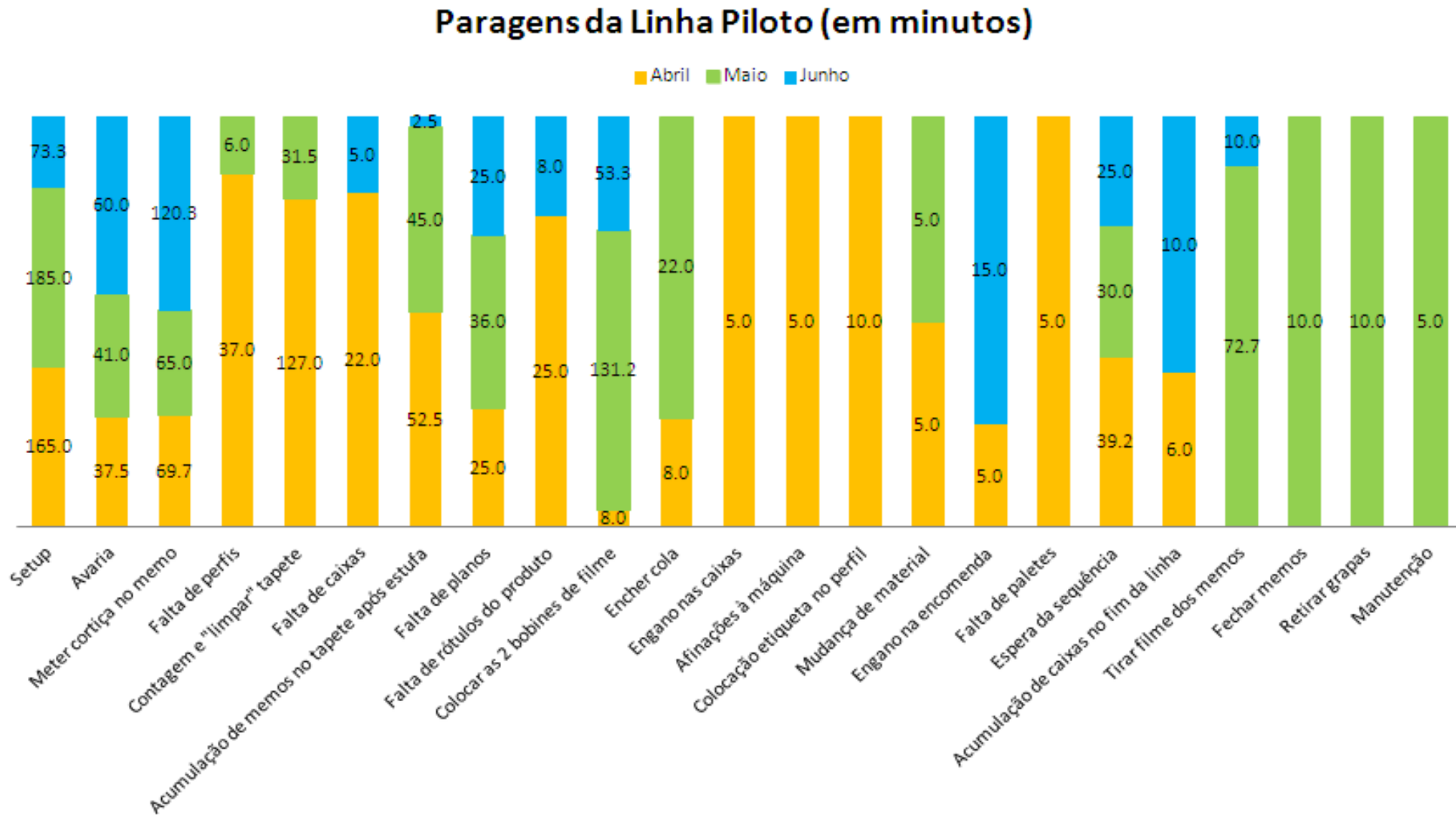


Ilustração 52: Gráfico de evolução dos tempos de paragem (minutos por mês).

ANEXO K: *Layout* inicial do setor Bi-casa



Ilustração 53: *Layout* inicial do setor Bi-casa.

ANEXO L: *Layout* do setor Bi-casa depois das ações implementadas

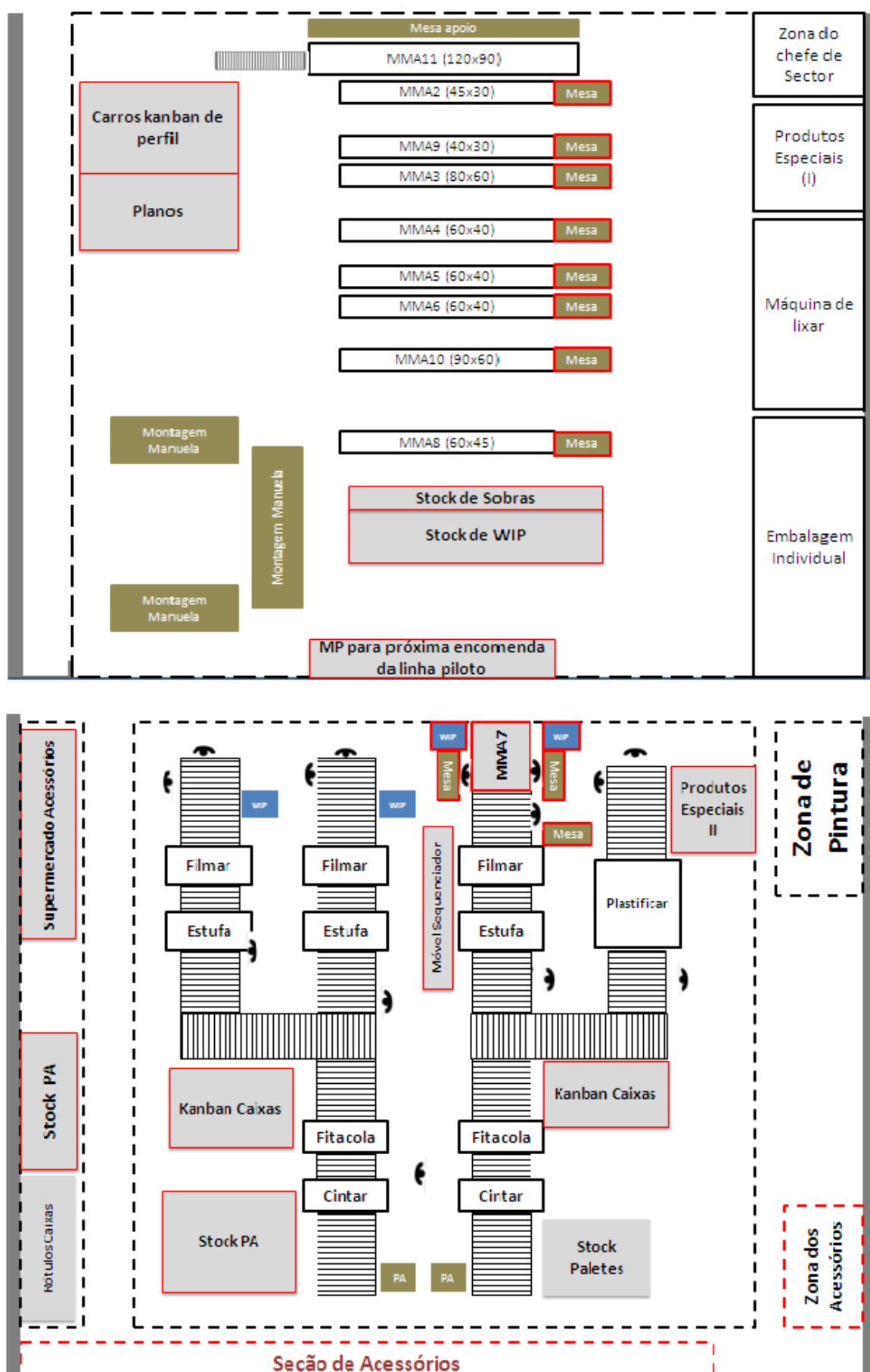


Ilustração 54: *Layout* da secção de montagem e embalagem após as ações implementadas (a vermelho as alterações).

ANEXO M: Projeto para o *layout* do setor Bi-casa

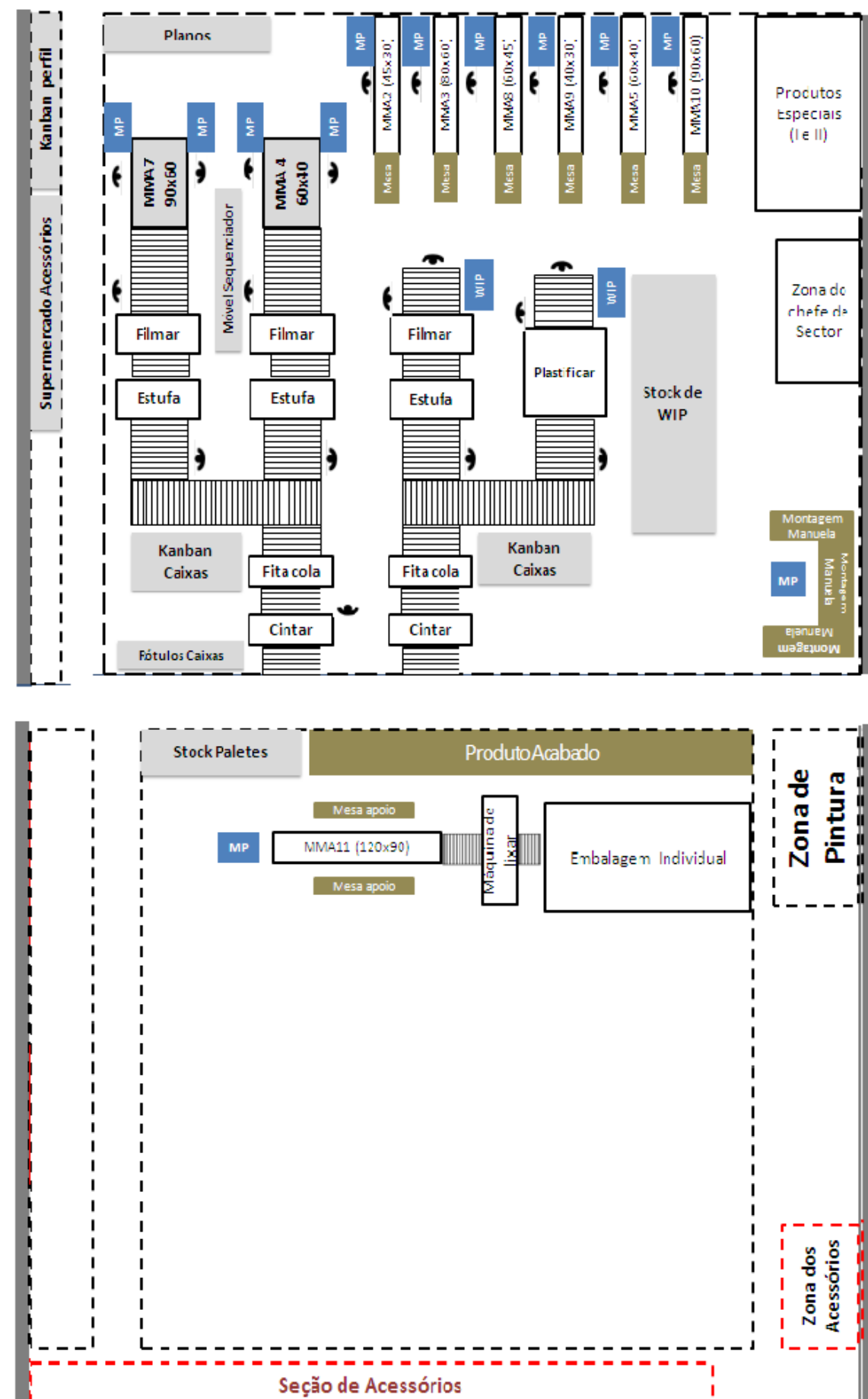


Ilustração 55: Proposta para novo *layout*.