



**SOFIA GUERREIRO
DE ALMEIDA**

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DO *LEAN THINKING*
UM ESTUDO DE CASO**



**SOFIA GUERREIRO
DE ALMEIDA**

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DO *LEAN THINKING*
UM ESTUDO DE CASO**

Relatório de Projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira, Professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais.

o júri

presidente

Prof^a. Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Armando Luís Ferreira Leitão
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de agradecer em primeiro lugar à Saint-Gobain Weber Portugal S.A. pela oportunidade que me deu para participar na implementação do projecto WCM, em especial ao coordenador do projecto Eng. Luís Angeja, pelo apoio e paciência. Obrigado por partilhares o teu conhecimento.

A todos os elementos da Linha de Pastas, pela participação, criatividade e por não recearem as mudanças.

Aos meus colegas de trabalho Hugo Ferreira, João Paulo Tavares e José Pedro Pinto pela camaradagem, sentido crítico e apoio que me deram na realização de algumas tarefas.

Ao Lando Nishida pela sua orientação e sapiência.

Ao meu orientador Doutor Luís Miguel Ferreira, pela disponibilidade, apoio e orientação.

A minha família, em especial às minhas irmãs pela, motivação, persistência e amizade.

Aos meus sobrinhos António, Rafaela e Tomás, pelas alegrias e mimos.

Aos meus amigos, em especial à Vera Fernandes e ao João Silva, pela amizade, apoio e paciência. Obrigado por tudo.

Por fim, aos meus pais, por todas as batalhas que travaram nas suas vidas para que hoje eu possa ser o que sou. Obrigada pelo apoio e afecto, sem vocês nada disto seria possível.

palavras-chave

Nivelamento da produção, *Heijunka*, *Lean Thinking*, Mapeamento da cadeia de valor, Sistema Puxado, *Kanban*.

resumo

O presente relatório pretende demonstrar que com a aplicação dos princípios básicos do Lean Thinking é possível obter o nivelamento da produção, *Heijunka*. Terminada a revisão bibliográfica dos princípios básicos da filosofia *Lean* e suas ferramentas, nomeadamente o mapeamento do fluxo de valor e o sistema puxado foi realizado um estudo de caso que decorreu na linha de produção de pastas da empresa Saint-Gobain Weber Portugal S.A., no âmbito da implementação do projecto WCM - *World Class Management*. Durante a descrição do estudo do caso será feita uma análise do estado inicial, actual e futuro da linha em causa bem como das melhorias conseguidas após a implementação da filosofia *Lean*.

Os resultados obtidos foram: redução dos dias de stock de produto acabado e matérias-primas, aumento da produtividade e eliminação e redução de desperdícios.

keywords

Production leveling, *Heijunka*, Lean Thinking, Value Stream Mapping, Push system, *Kanban*.

abstract

The present report pretends to demonstrate that with the applications of the basics principles of Lean Thinking it is possible to obtain production leveling, *Heijunka*. Finished the bibliographical review of the basics principles of the Lean philosophy and its tools, nominated value stream mapping and the push system we carried through a case study that takes place in the wet production line of the company Saint-Gobain Weber Portugal, S.A., in the scope of the implementation of the project WCM - World Class Management. During the description of the case study it will be done an analysis of the initial, actual and future state of the line in cause as well the improvement realized after the implementation of the Lean philosophy.

The result achieved was: stock day's reduction of finish products and raw materials, increase of productivity and elimination and reduction of wastes.

Índice

1.	Introdução	1
1.1.	Objectivos do projecto estudo de caso	1
1.2.	Estrutura do projecto/ estudo de caso	2
2.	<i>Lean Thinking</i>	3
2.1.	Introdução	3
2.2.	Princípio do <i>Lean Thinking</i>	5
2.2.1.	Valor.....	6
2.2.2.	Fluxo de valor.....	6
2.2.3.	Fluxo contínuo.....	7
2.2.4.	Sistema puxado.....	7
2.2.5.	Perfeição	8
2.3.	Ferramentas do <i>Lean Thinking</i>	9
2.3.1.	<i>Value stream mapping</i> - VSM.....	9
2.3.2.	Sistema Puxado	16
2.3.2.1.	Sistema puxado com supermercado.....	16
2.3.2.2.	Sistema puxado sequencial	18
2.3.2.3.	Sistema puxado misto sequencial e com supermercado.....	18
2.3.3.	<i>Kanban</i>	19
2.3.4.	Nivelamento da produção.....	22
3.	Estudo de caso.....	25
3.1.	Introdução	25
3.2.	Saint-Gobain Weber Portugal S.A.	25
3.2.1.	Saint-Gobain	25
3.2.2.	Grupo Weber.....	26
3.3.	Descrição do sistema produtivo.....	27

3.4.	Enquadramento do estudo de caso	30
3.5.	Construção do <i>value stream mapping</i>	31
3.5.1.	<i>Value stream mapping</i> estado actual.....	32
3.5.1.1.	Tempo de ciclo e <i>lead time</i>	34
3.5.1.2.	<i>Takt time</i>	38
3.5.2.	Análise do <i>value stream mapping</i> estado actual.....	39
3.5.2.1.	Planeamento e controle da produção	41
3.5.2.2.	Tempo de troca no processo de dosificação.....	41
3.5.2.3.	Tempos elevados no controle de qualidade.....	43
3.5.2.4.	Variação dos tempos de carga dos misturadores e sua disponibilidade ...	44
3.5.2.5.	Tempo de paletização elevado e baixa disponibilidade do equipamento ..	44
3.5.3.	<i>Value stream mapping</i> estado futuro	45
3.6.	Implementação do sistema puxado	48
3.6.1.	Dimensionamento do supermercado de produto acabado.....	48
3.6.2.	<i>Kanban</i> de produto acabado.....	58
3.6.3.	Implementação da <i>Heijunka box</i>	59
3.6.4.	Dimensionamento do supermercado de matéria-prima.....	63
3.7.	Resultados obtidos	71
4.	Conclusão	77
	Bibliografia.....	79
	Anexos	81

Índice de figuras

Figura 1 – A casa TPS.....	4
Figura 2 – Integração da casa TPS no edifício <i>Lean Thinking</i>	5
Figura 3 – Princípios do <i>Lean Thinking</i>	8
Figura 4 - Actividades que acrescentam valor e não acrescentam valor	10
Figura 5 - Símbolos VSM.....	12
Figura 6 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor	14
Figura 7 – Tipos de stock num sistema puxado sem setup ou com setup mínimo	17
Figura 8 – Níveis de stock.....	20
Figura 9 - Tipos de stock num sistema puxado com setup.....	21
Figura 10 – Especificar pondo de disparo	21
Figura 11 – Origens da Saint-Gobain.....	25
Figura 12 – Sectores de actividade do Grupo Saint-Gobain.....	26
Figura 13 – Área de negócios do grupo Weber.....	27
Figura 14 - Evolução mix de produtos linha de pastas	28
Figura 15 – Esquema da Linha de produção de pastas	29
Figura 16 – Fluxo informação registo de encomendas.....	32
Figura 17 – Fluxo informação planeamento produção e encomendas fornecedores.....	33
Figura 18 – Fluxo informação processo de produção.....	33
Figura 19 – Fluxo informação controle qualidade e expedição.....	34
Figura 20 – VSM estado actual 2008	40
Figura 21 – Diagrama causa efeito	42
Figura 22 – VSM estado futuro 2008	47

Figura 23 – Disposição do produto acabado no parque	55
Figura 24 – Retirada de produto	55
Figura 25 – Colocação do lote de produção no parque.....	56
Figura 26 – <i>Kanban</i> produto acabado pastas.....	59
Figura 27 – Quadro nivelamento dosificador.....	60
Figura 28 – Quadro nivelamento fim de linha.....	60
Figura 29 – <i>Kanban</i> de produção.....	61
Figura 30 – Lote de produção terminado	62
Figura 31 – Dias de Stock Aditivos	63
Figura 32 – Cálculo dias de stock Aditivos.....	67
Figura 33 – Stock pulmão, segurança e ponto de disparo aditivos.....	68
Figura 34 – <i>Kanban</i> MP	69

Índice de tabelas

Tabela 1 – Cálculo dos stocks de um supermercado.....	17
Tabela 2 – Soma dos tempos de ciclo dos processos.....	35
Tabela 3 – Dias de Stock.....	37
Tabela 4 – <i>Lead time</i> médio.....	37
Tabela 5 – Plano de acção	43
Tabela 6 – Cálculo do valor de stock de ciclo	53
Tabela 7 – Cálculo dos valores de stock de ciclo, pulmão e segurança	53
Tabela 8 – Definição do ponto de disparo e lote de produção.....	54
Tabela 9 – Supermercado actual linha de pastas	56

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Tempo de ciclo CQ Gel	35
Gráfico 2 – Tempo ciclo carga dos misturadores	35
Gráfico 3 – Vendas diárias família VSM.....	38
Gráfico 4 – Stock produtos vs Vendas 2008/09	49
Gráfico 5 – Coeficiente de variação 2008/09.....	50
Gráfico 6 – Dias e valor de stock 3º e 4º trimestre 2008	51
Gráfico 7 – Exemplo gráfico com vendas diárias e sua média	52
Gráfico 8 – Dias e valor de stock 1º trimestre 2012.....	57
Gráfico 9 - Dias de stock 2008 vs 2012.....	58
Gráfico 10 - Stock Aditivos vs Consumos 2009/10.....	64
Gráfico 11 - Coeficiente de variação MP's	65
Gráfico 12 – Dias e valor de stock matérias-primas 4º trimestre 2009 e 1º trimestre 2010	66
Gráfico 13 – Dias e valor de stock 1º trimestre 2012.....	70
Gráfico 14 – Variação de preço entre 2010 e 2012	71
Gráfico 15 – Produtividade linha de pastas 2011	72
Gráfico 16 – Lote de produção.....	73
Gráfico 17 – Evolução produto não conforme	74

Abreviaturas

CoV – Coeficiente de Variação

DM – Disponibilidade das Máquinas

DS – Dias de Stock

JIT - Just In Time

LT – Lead Time

MP – Matéria-prima

R - Refugo

TC – Tempo de Ciclo

TDS - Tempo Disponível para o Setup

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção produtiva total)

TPS - Toyota Production System (Sistema de Produção da Toyota)

TT – Takt Time

SC – Stock de Ciclo

SMED - Single Minute Exchange of Die

SP – Stock Pulmão

SS – Stock de Segurança

VSM - Value Stream Mapping (Mapeamento do Fluxo de Valor)

WCM – World Class Manufacturing

WIP – Work in progress

1. Introdução

Num mundo em constante mudança, as organizações enfrentam hoje desafios nunca antes imaginados. Actualmente, nomeadamente na Europa e no nosso país, as organizações lutam contra uma crise financeira que tornou os mercados ainda mais agressivos e competitivos. Diariamente têm que enfrentar quebras de consumo e clientes cada vez mais exigentes, que procuraram produtos de qualidade a baixo custo.

Para que possam vencer a batalha, as organizações devem ter um maior controle sobre os seus custos, qualidade e prazo de entrega dos seus produtos e focar a sua atenção na eliminação do desperdício.

O *Lean thinking* é definido como uma filosofia de gestão através da qual as organizações desenvolvem competências no sentido da gradual eliminação do desperdício e criação de valor (Pinto, 2008).

A base do *Lean thinking* é o Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System*, ou TPS). O termo surgiu inicialmente como "*Lean Production*", e foi definido como uma forma de produzir cada vez mais com cada vez menos, e oferecer ao cliente o que ele deseja, quando ele deseja (Womack, Jones, Ross, 1990).

Como poderemos ver neste trabalho, para aplicar os princípios do *Lean* não serão necessários investimentos significativos, para atingir resultados positivos de forma a aumentar a produtividade, redução de custos de produção e stocks e ao mesmo tempo garantir produtos de qualidade de acordo com as necessidades dos nossos clientes.

1.1. Objectivos do projecto/ estudo de caso

Este estudo de caso surgiu com o início da implementação do projecto *WCM - World Class Manufacturing* na empresa Saint-Gobain Weber Portugal S.A. nomeadamente da linha de produção de pastas em Aveiro.

O objectivo deste estudo de caso é mostrar que com a aplicação de ferramentas dos princípios do *Lean thinking* é possível obter o nivelamento da produção, *Heijunka*.

Durante o processo de implementação do *WCM*, foi necessário a recolha de dados para identificar os principais problemas da área envolvida. Sendo a linha de produção envolvida no projecto, uma linha de produção em franco crescimento e sendo um dos

principais problemas do centro de produção de Aveiro o espaço de armazenagem, pretende-se com a implementação da filosofia *Lean*:

- Redução dos dias de stock;
- Redução do lote de produção;
- Aumento da produtividade;
- Redução do tempo de troca de produtos;
- Capacidade de reacção à variação da procura.

Durante o projecto foram aplicadas várias ferramentas do *Lean*. Serão alvo de análise neste estudo de caso o mapeamento do fluxo de valor (*value stream mapping* - VSM) e o Sistema puxado.

1.2. Estrutura do projecto/ estudo de caso

Este estudo de caso está organizado em 4 capítulos. O presente capítulo pretende introduzir o tema definido e qual o objectivo do estudo. No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica da filosofia *Lean Thinking*, nomeadamente a sua origem, princípios básicos e ferramentas mais conhecidas. Neste ponto serão alvo de uma análise mais profunda o mapeamento do fluxo de valor (*value stream mapping* - VSM), o sistema puxado e o nivelamento da produção, nos quais estarão a base do nosso estudo de caso, que será apresentado no capítulo três. No quarto e último capítulo serão apresentadas as conclusões obtidas ao longo deste estudo de caso.

2. *Lean Thinking*

2.1. Introdução

No início de 1950 a indústria automóvel do Japão e o próprio país tentava recuperar da devastação causada pela segunda guerra mundial. Após uma visita aos Estados Unidos da América, *Eiji Toyoda*, ficou impressionado com as fábricas americanas, mas rapidamente concluiu que não seria possível aplicar o modelo industrial em causa, produção em massa, no seu país. Para além da recuperação que o Japão atravessava, o mercado era pequeno e os recursos escassos, e o governo Japonês impediu a compra de tecnologia externa e aumentou os custos alfandegários logo a importação era praticamente impossível. (Silva, et al, 2008)

Surge então o *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido por *Taichi Ohno* e *Eiji Toyoda*, o principal objectivo do TPS é aumentar a eficiência da produção e redução de custos através da constante eliminação dos desperdícios. (Monden, 1983). Os desperdícios ou *Muda*, como designam os Japoneses, são todas as actividades que são realizadas e que não acrescentam valor.

O TPS é classicamente representado por uma casa (figura 1). Uma casa tem que possuir fundações fortes e pilares resistentes para segurar o telhado. Nas fundações do TPS temos a filosofia Toyota (a qual assenta em princípios e valores simples e imutáveis), a gestão visual como forma de envolver todos através da aplicação dos sentidos, a uniformização e a estabilização de processos como forma de reduzir a variabilidade tão prejudicial ao desempenho dos processos e o nivelamento da produção. Atrás, e também na base desta casa, está o respeito pelas pessoas, algo que foi crucial ao desenvolvimento do TPS e agora também ao desenvolvimento da filosofia *lean* (Pinto, 2008).

Na base do TPS temos o *Heijunka*, nivelamento da produção, a partir do nivelamento da produção o planeamento da produção é feito de acordo com as necessidades dos clientes, desta forma é possível reduzir stocks, custos e o lead time de produção.

No pilar direito da casa representa o *Jidoka*, automação com toque humano, este pilar integra a qualidade no processo usando a automação e criando sistemas à prova de erro, melhorando desta forma a fiabilidade dos processos.

O pilar esquerdo da casa representa o *just-in-time*, JIT, o seu principal objectivo é obter a melhoria contínua num dado sistema de produção para que o mesmo tenha stock zero. Os três elementos principais do JIT são: sistema puxado, tempo *takt* e fluxo contínuo.

No centro da casa temos a melhoria contínua, cujo principal objectivo é a eliminação dos desperdícios, utilizando diferentes ferramentas tais como: 5S, SMED, *Kaizen*, resolução de problemas, relatórios A3, entre outras.

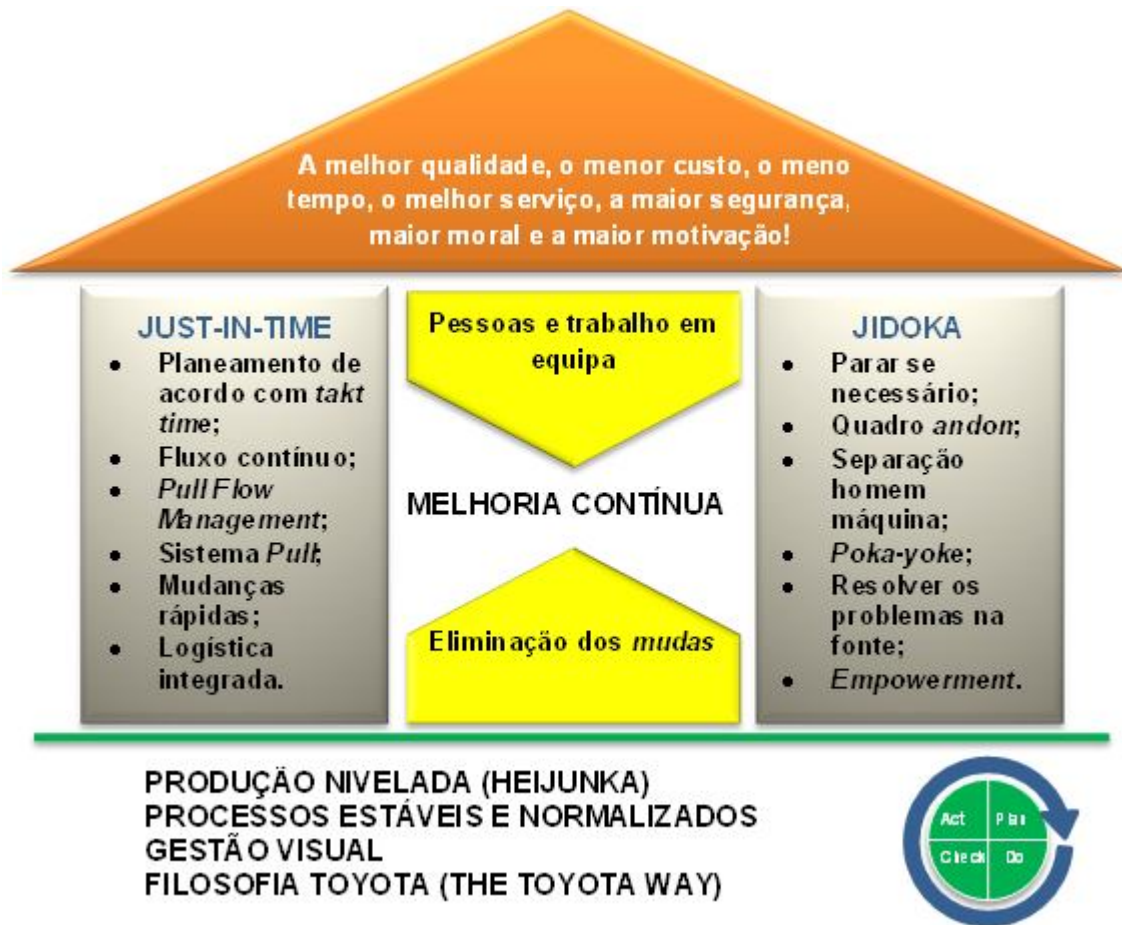


Figura 1 - A casa do TPS (adaptado Liker e Meier, 2004)

O sucesso do sistema TPS deve-se à procura da estabilidade dos processos produtivos de forma a obter a excelência operacional, para tal foram desenvolvidos métodos e ferramentas tais como o *just in time*, *jidoka*, *one piece flow* e *heijunka* para que as pessoas que estão envolvidas possam melhorar continuamente o seu desempenho.

Com a evolução do TPS surge o *lean thinking*, de acordo com a figura 2, podemos verificar que foram acrescentados dois pilares à casa TPS, nesses pilares encontramos a gestão da cadeia de fornecimento e o serviço ao cliente. A cadeia de fornecimento envolve todas as organizações que estão empenhadas no fabrico ou prestação de serviços e através de cada uma é criado valor que é transferido ao cliente final, este é motivo pelas quais as organizações existem e é para o cliente final que as organizações se devem diferenciar. (Pinto, 2008).



Figura 2 – Integração da casa TPS no edifício *Lean Thinking* (adaptado Pinto 2008)

2.2. Princípios do *Lean Thinking*

A designação *lean thinking* (pensamento magro ou enxuto), como conceito de gestão empresarial, foi usada pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones na obra de referência com o mesmo nome. Desde então, o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de gestão que tem por objectivo a criação de valor através da sistemática eliminação do desperdício. (Comunidade *Lean Thinking*, 2008).

Baseado nas práticas e resultados do sistema de produção da Toyota, os princípios básicos são:

- Especificar valor de acordo com o ponto de vista do cliente; (Preço, qualidade, imagem, pontualidade e capacidade de resposta - Valor)
- Alinhar na melhor sequência as actividades que criam valor (Fluxo de valor)
- Realizar essas actividades sem interrupção; (Fluxo contínuo, eliminar desperdícios)
- Sempre que alguém as solicita; (Sistema puxado)
- De maneira cada vez mais eficaz. (Perfeição - Melhoria Contínua)

(Womack e Jones, 2003)

É claro que no centro do *lean* está a redução e eliminação dos desperdícios identificados por Taichi Ohno: defeitos (nos produtos), excesso de produção de produto acabado, stocks de mercadorias à espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário, movimento desnecessário (de pessoas), transporte desnecessário (de mercadorias) e espera (dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma actividade anterior). (Silva et al, 2008)

2.2.1. Valor

O ponto de partida para a implementação do *lean thinking*, de acordo com Womack, Jones, Ross (1990) é definir o valor. O valor é definido pelo cliente final e não pela organização, ou seja, esta deve oferecer produtos que os clientes querem, na forma, quantidade, qualidade, tempo e preço desejado pelo cliente. Tudo o que o cliente não deseja é considerado desperdício, ou seja não acrescenta valor ao cliente.

2.2.2. Fluxo de valor

Womack, Jones, Ross (1990) definem o fluxo de valor como o conjunto de todas as acções específicas necessárias para se levar um produto específico, desde a sua concepção até à chegada ao cliente.

De forma a analisar o fluxo de valor é esboçado um mapa do fluxo de valor, nesse mapa são identificadas todas as actividades do processo produtivo e após uma análise são reduzidas ou eliminadas todas as actividades que não agregam valor ao cliente.

O mapeamento do fluxo de valor terá uma análise mais profunda no ponto 3.5 do presente projecto.

2.2.3. Fluxo contínuo

Depois de determinado o fluxo de valor e seu mapeamento, as actividades devem ser realizadas de forma fluida evitando acumulação de materiais, perdas desnecessárias e interrupções de forma a otimizar os processos.

Antes do TPS surgir os lotes de produção eram grandes, o que aumentava significativamente os stocks finais e intermédios. Após a Segunda Guerra Mundial, *Taiichi Ohno* e seus colaboradores técnicos, incluindo *Shigeo Shingo*, concluíram que o verdadeiro desafio era a criação de fluxo contínuo na produção de pequenos lotes, uma vez que eram necessárias apenas dezenas ou centenas de unidades de um produto e não milhões. Atingiram o fluxo contínuo na produção de pequenos lotes, ao aprender a mudar rapidamente as ferramentas de um produto para outro e ao dimensionar correctamente as máquinas, para que as diferentes etapas de processamento (moldagem, pintura, montagem) pudessem ser realizadas em simultâneo. O objecto em produção é, assim, mantido em fluxo contínuo (Womack e Jones, 2003).

O fluxo contínuo permite a redução do *lead time*, dado que os stocks intermédios e o tempo de troca das ferramentas é reduzido significativamente.

2.2.4. Sistema puxado

Após a obtenção do fluxo contínuo, redução do *lead time* e optimização das trocas de produtos, o quarto princípio do *lean* consiste em produzir apenas o que é necessário quando for necessário, ou seja, o cliente “puxa” a produção, este determina o que deve ser feito e o planeamento da produção é realizado de acordo com essa procura, esta é uma mudança radical comparativamente à produção empurrada cujo propósito era manter homens e máquinas ocupadas.

2.2.5. Perfeição

À medida que as organizações definem o valor e o seu fluxo, e organizam as actividades de forma a obter um fluxo contínuo e desta forma permitem aos clientes puxar o valor da organização. Todos os intervenientes envolvidos verificam que o processo de redução do esforço, tempo, espaço, custo e erros, no fundo a eliminação de desperdícios é um processo contínuo. A perfeição, quinto e último princípio do *lean thinking* passa a ser um objectivo real e possível. (Womack, Jones e Ross, 1990)

Os quatro princípios iniciais interagem entre si criando um círculo poderoso, figura 3. Este permite que o valor flua mais rapidamente e exponha os desperdícios escondidos no fluxo de valor. Quanto mais a produção for “puxada”, mais obstáculos surgem no fluxo, permitindo sua eliminação.



Figura 3 – Princípios do *Lean Thinking* (Maia, 2011)

2.3. Ferramentas do *Lean Thinking*

Para a aplicação dos princípios *lean* existem várias metodologias e ferramentas entre as quais: *Just In Time* (JIT), 5S's, *Kaizen* (melhoria contínua), Sistema Puxado, *Kanban*, Mapeamento do fluxo de valor (VSM), Manutenção produtiva total (TPM), *Single Minute Exchange of Die* (SMED), relatório A3 entre outras.

Neste relatório iremos focar a nossa atenção no VSM e no sistema puxado, esta ferramenta e metodologia respectivamente são fundamentais para a implementação do segundo e quarto princípio do *lean thinking*.

2.3.1. Value stream mapping¹ – VSM

Segundo Rother e Shook (2003), *“mapear o fluxo de valor é considerar um quadro mais amplo de toda acção necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto, que agrega valor, não só os processos individuais, mas em todo o processo. O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa, que ajuda a visualizar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto segue o fluxo de valor.*

O mapeamento de fluxo de valor ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, os desperdícios, fornecem uma linguagem comum para tratar os processos de produção, torna decisões sobre os fluxos visíveis, agrupa conceitos e técnicas magras, que ajuda evitar implementação de algumas técnicas isoladamente, forma a base para um plano de implementação, mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material”.

Como já falado no ponto 2.1. um dos principais objectivos do TPS é a eliminação dos desperdícios.

“Qualquer actividade que consome recursos, adicionando custos não gerando, no entanto, qualquer valor” foi esta a definição que Taichi Ohno deu ao desperdício ou *muda*.

No início, a eliminação dos desperdícios, era orientada para a produtividade e não para a qualidade, no entanto, com a melhoria da produtividade, os processos acabam por ser mais eficientes e desta forma expõem com maior facilidade os desperdícios e problemas

de qualidade no processo produtivo. Desta forma ataques repetidos para a eliminação de desperdícios é também um ataque a factores subjacentes à má qualidade e problemas de gestão (Hines e Rich, 1997).

Desta forma num processo produtivo as actividades podem ser de três tipos: actividades que acrescentam valor; actividades que não acrescentam valor mas são necessárias; e actividades que não acrescentam valor e não necessárias. Figura 4.

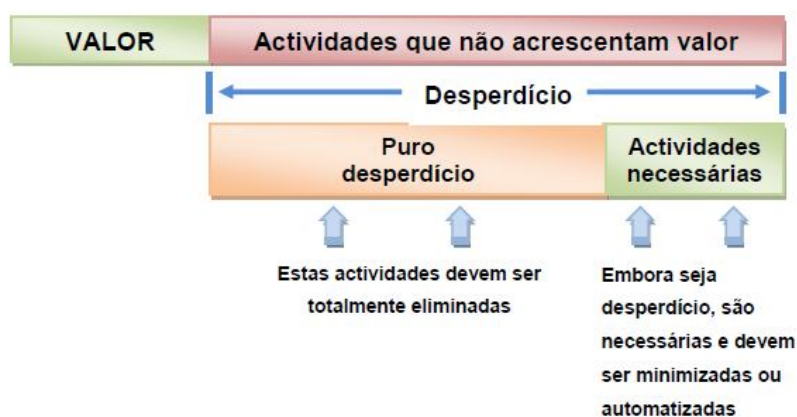


Figura 4 - Actividades que acrescentam valor e não acrescentam valor (Womack, 2003).

O último tipo de actividade é puro desperdício e envolve acções desnecessárias, estas devem ser completamente eliminadas. Como exemplo podem ser incluídos o tempo de espera, armazenamento de produtos intermédios e dupla manipulação.

As actividades necessárias, mas que não acrescentam valor podem ser consideradas como um desperdício, no entanto são necessárias no processo produtivo. Alguns exemplos incluem: caminhar longas distâncias para pegar peças; desempacotar entregas e transferência de uma ferramenta de um lado para outro.

Todas as actividades que acrescentam valor são aquelas que envolvem a transformação ou processamento de matérias-primas, materiais ou produtos semi-acabados. (Hines e Rich, 1997)

Num processo produtivo o desperdício pode representar 95% do seu tempo total, apenas nos restantes 5% do tempo é criado valor. Em regra as organizações orientam os seus

esforços para reduzir tempo na criação de valor, ao contrário de focarem a sua atenção nas actividades que não agregam valor (Liker e Meier, 2004).

No estudo que fez ao TPS, Shingo (1981) definiu sete tipos de desperdícios:

- 1) Excesso de produção;
- 2) Tempo de Espera;
- 3) Transportes e movimentações;
- 4) Desperdício do próprio processo;
- 5) Stocks;
- 6) Trabalho e movimentos desnecessário;
- 7) Defeitos.

O excesso de produção ou superprodução é considerado o desperdício mais grave, pois este impede um fluxo contínuo de bens ou serviços e inibem a qualidade e produtividade. A superprodução implica tempos elevados de armazenamento. Outro resultado do excesso de produção é que a detecção de defeitos não é feita precocemente e os produtos podem deteriora-se ao longo do tempo. Além disso, a superprodução leva a excesso de stock de *work-in-progress*, resultando no deslocamento físico de determinadas operações e má comunicação entre os processos.

Sempre que o tempo não é utilizado de forma eficaz é considerado tempo de espera. Num processo produtivo sempre que uma matéria-prima se desloca de uma estação de trabalho para outra ou sempre que uma peça aguarda processamento é considerado tempo de espera.

O transporte e movimentações é todo o tempo que leva a deslocar bens e serviços de um processo para outro.

Os desperdícios do próprio processo ocorrem em situações onde os equipamentos de produção estão subdimensionados, desta forma em vez da produção de pequenos lotes e flexíveis são realizados grandes lotes e com pouca flexibilidade.

O excesso de stock tende a aumentar o *lead time*. O excesso de stock também gera custos significativos de armazenamento e, conseqüentemente, diminui fluxo contínuo do valor.

O trabalho e movimentos desnecessários estão relacionados com a ergonomia dos diferentes postos de trabalho, uma análise deficiente das condições de trabalho podem implicar quebra de produtividade e, muitas vezes, a problemas de qualidade.

Por fim temos os defeitos, de acordo com o TPS, estes devem ser vistos como oportunidades para melhoria, a partir dos defeitos são realizados *kaizen*, de forma a minimiza-los ou elimina-los (Hines e Rich, 1997).

O *lean thinking* é um poderoso antídoto para combater o desperdício, pois este especifica o valor, identifica a cadeia de valor, cria as actividades com valor de forma a que estas fluam sem interrupção e os clientes puxam o valor da organização (Wolmack e Jones, 2003).

O VSM é uma ferramenta do *lean*. O mapeamento do fluxo de valor é feito com a ajuda de lápis e papel e utilizando diferentes símbolos de processos, figura 5, este permite analisar e visualizar o fluxo de valor de um dado produto desde a recepção da encomenda até à recepção do produto final no cliente. É um desenho de um mapa onde são colocados os fluxos de informação e materiais para que seja possível distinguir os processos de valor acrescentado e não-acrescentado (desperdício).

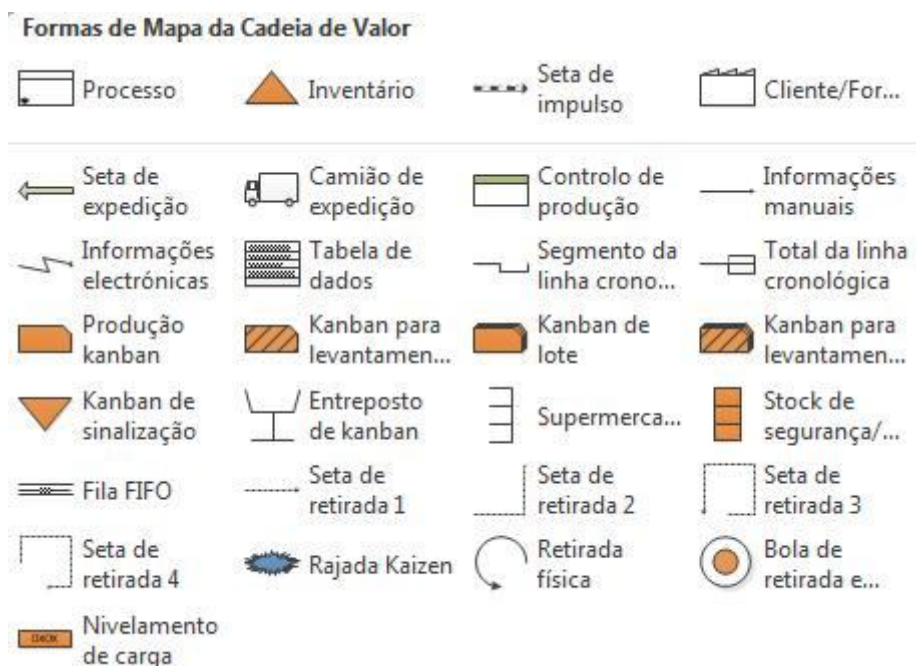


Figura 5 – Símbolos VSM (fonte MS Visio 2010)

Com base nos princípios *lean*, na construção do VSM devemos ter em conta:

- Definir o valor do ponto de vista do cliente;
- Identificar o fluxo de valor;
- Eliminar os sete desperdícios;
- Criar fluxo contínuo;
- Puxar a produção;
- Perseguir a perfeição;

Os principais pontos de partida para a construção do VSM são:

- A partir dos diferentes símbolos do VSM, identificar os clientes, fornecedores e o planeador da produção;
- Nos diferentes pontos do processo colocar toda a informação relativa a *lead time*, tempo de setup, turnos, operações manuais e automáticas, bem como disponibilidade dos equipamentos;
- Definir o Takt time;
- A movimentação do fluxo deve ser visível e identificada por setas, incluir a recepção de matérias-primas e expedição de produto acabado;
- Entre estações de trabalho WIP, incluir os ícones de inventário e suas quantidades;
- Identificar os problemas do mapa actual;
- Com diferentes ferramentas do *lean*, preparar o mapa do estado futuro e definir planos de acção;
- Desenhar o mapa do estado futuro identificado quais as melhorias esperadas.

(Singh e Sharma, 2009)

O VSM ajuda no processo de visualização do fluxo de valor actual de um processo de produção de uma organização, e conseqüente definição do estado futuro desse fluxo de valor. Fazer um VSM significa poder identificar facilmente todos os fluxos de informação: transporte de matérias-primas e produto acabado; tempos de ciclo dos operadores e máquinas; disponibilidade dos equipamentos; desperdícios ao longo de toda a cadeia de abastecimento, desde os fornecedores das matérias-primas até à entrega do produto ao cliente (Rother e Shook, 2003).

Como a visualização é intuitiva, ao analisar o desenho de um VSM é possível identificar com facilidade os desperdícios e conseqüentemente revelar oportunidades de melhorias de forma a minimizar ou eliminar os desperdícios, assim será obtido o mapeamento do estado actual e do estado futuro, por vezes também é realizado o mapeamento do estado ideal (Cadioli e Perlatto, 2008).

Com a informação acima descrita, para a construção de um VSM é necessário (Figura 6):

- Seleccionar uma família de produtos em que um conjunto de produtos passa por etapas semelhantes de processamento.
- Desenhar o VSM do estado actual e do estado futuro, a partir da recolha de dados no terreno. As setas têm duplo sentido, pois as melhorias surgem a quando do desenho do estado actual e no desenho do estado futuro são revistas algumas informações importantes do estado actual que de outra forma seriam ignoradas.
- Preparar um plano de implementação que descreve como se deseja chegar ao estado futuro, e coloca-lo em prática o mais rápido possível.

Estes passos devem ser repetidos logo que se atinja os objectivos do estado futuro, desta forma será efectuado um novo mapa e é criado um ciclo de melhoria contínuo ao nível do fluxo de valor (Rother e Shook, 2003).

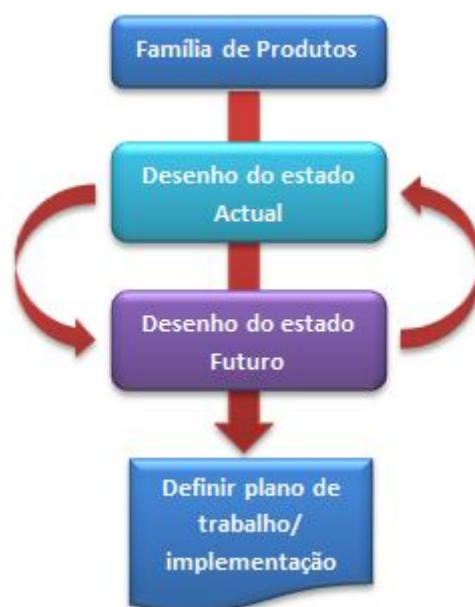


Figura 6 – Etapas do mapeamento do fluxo de valor [Adaptado de Rother e Shook, (2003)]

A construção do VSM, é feita de trás para frente, ou seja do cliente (valor) passando pelos fornecedores e por fim pelos processos, para além da descrição de todos os fluxos de valor, é importante recolher e obter dados relativos ao processo de produção tais como:

- a) *Lead time* (LT): Tempo necessário para realizar uma dada tarefa. Inclui o tempo de processamento e tempo não produtivo.
- b) Tempo de ciclo (TC): Tempo necessário para fazer uma peça, ou seja é o tempo entre o início da execução da mesma até ao fim.
- c) Tempo de *setup* (Tr): Tempo de mudança, ajuste e preparação de um equipamento para a produção de um novo lote de produção.
- d) Disponibilidade das máquinas (DM): quanto tempo estão as máquinas operacionais. Quantificar a percentagem de avarias.
- e) Dias de Stock (DS): Corresponde ao valor do stock actual dividido pela média de consumo (matérias-primas) ou vendas (produto acabado), multiplicado pelo número de dias de laboração média.
- f) Refugo (R): produto não conforme ou produto que necessite de retrabalho.
- g) *Takt Time* (TT): Tempo de produção disponível dividido pelo índice de procura dos clientes. Este tempo define o ritmo de produção de acordo com o ritmo da procura do cliente, este tempo é a base do sistema puxado (Wormack e Jones, 2004).

Para além das informações acima descritas também é necessário identificar a forma de programação e localização dos stocks.

Na definição do mapa do fluxo de valor do estado futuro é necessário ter em conta os princípios básicos do *lean*, desta forma:

- A produção é imposta pelo *takt time*, ou seja pela procura;
- O fluxo do valor deve ser contínuo sempre que possível;
- Aplicação do sistema puxado entre estações de trabalho sempre que o fluxo não possa ser contínuo;
- Definido como o *pacemaker process*, é o processo ou equipamento para manter o ciclo de trabalho de acordo com o *takt time*, esse processo é a base do fluxo de valor.
- A programação a partir do *pacemaker process*, garantirá o nivelamento e volume de produção;

- As melhorias definidas no processo, relativas a método, redução de tempos de ciclo, mudança de ferramentas e redução de manutenção, devem ser definidas num plano de acção.

(Lasa, Laburu e Vila, 2008)

2.3.2. Sistema puxado

Para Taiichi Ohno “*movimentar apenas uma peça é o ideal*”, sendo esta a base do fluxo contínuo (Liker e Meier, 2006).

Um dos fluxos contínuos mais conhecidos é o sistema puxado (*Pull*), consiste em apenas produzir uma nova unidade apenas quando uma unidade é vendida, ou seja o cliente “puxa” a produção.

Sendo um dos objectivos do *lean* a eliminação dos desperdícios, o sistema puxado tem como principal objectivo otimizar o fluxo do valor no processo produtivo. Como a produção só é realizada num dado momento e numa dada quantidade de acordo com as necessidades do cliente é fundamental otimizar os recursos da produção, movimentação e armazenagem.

O sistema puxado tem várias vantagens desde logo a redução do lote produção criando “*one piece flow*”, os processos são puxados de acordo com o tempo *takt* evitando a superprodução, o reabastecimento é sinalizado por um *Kanban* e a possibilidade de nivelar a produção. Desta forma é possível diminuir custos de produção e aumentar a capacidade de produção uma vez que é o cliente que puxa a produção.

Num sistema puxado existem várias ferramentas e métodos para controlar a produção de uma forma simples e visual. As formas básicas de um sistema puxado são: sistema puxado com supermercado; sistema puxado sequencial; sistema puxado misto sequencial e com supermercado.

2.3.2.1. Sistema puxado com supermercado

É a forma básica de sistema puxado mais conhecida também conhecido como sistema de reposição ou sistema puxado tipo A. Num sistema puxado com supermercado cada

processo têm uma loja com um supermercado, neste é guardado uma dada quantidade de cada item produzido. Apenas é produzido o necessário para repor o que é retirado do supermercado. Habitualmente quando o material é retirado do supermercado pelo processo fluxo abaixo, um *kanban* ou outro tipo de informação é enviado fluxo acima ao processo fornecedor, que irá restituir o que foi retirado. Cada processo é responsável pela reposição do seu supermercado, de modo que o planeamento da produção é relativamente simples. A desvantagem de um sistema com supermercado é que é necessário um stock mínimo de todas as todas as peças que produz, o que pode não ser prático no caso de haver muita variedade de peças (Smalley, 2004).

Por causa da necessidade de um stock os supermercados têm que ser dimensionados, Smalley propõem que sejam considerados três tipos de stock (Figura 7): stock de ciclo, stock pulmão e stock de segurança, estes são calculados de acordo com a tabela 1.

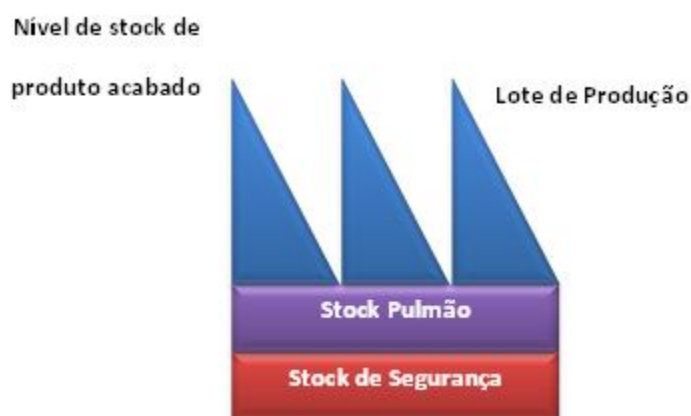


Figura 7 – Tipos de stock num sistema puxado sem setup ou com setup mínimo (baseado em Smalley 2004)

<p>Procura média diária x lead time de reposição (dias) (Stock de Ciclo)</p>
<p>+</p>
<p>Varição da procura como % do Stock de Ciclo (Stock Pulmão)</p>
<p>+</p>
<p>Factor de segurança como % de (Stock de Ciclo + Stock Pulmão) (Stock de Segurança)</p>
<p>=</p>
<p>Stock máximo de produtos acabados</p>

Tabela 1 – Cálculo dos stocks de um supermercado (fonte Saint-Gobain)

Os supermercados funcionam como “amortecedores” que permitem aos processos anteriores trabalharem com maior estabilidade, desta forma é possível lidar com as variações da procura.

2.3.2.2. Sistema puxado sequencial

Conhecido pelo sistema puxado tipo B, este sistema pode ser empregado quando houver uma variedade de peças muito grande a ser guardada num supermercado. Os produtos são produzidos por encomenda e o stock total do sistema é minimizado.

Num sistema sequencial, o planeador da produção deve estabelecer o mix correto e a quantidade de produtos a ser produzida. Isso pode ser feito colocando-se cartões *kanban* num *Heijunka Box*, geralmente no início de cada turno. Essas instruções de produção são então enviadas ao processo inicial do fluxo de valor. É comum que isso seja feito na forma de uma “lista sequencial”.

Este sistema cria uma pressão para que o *lead time* seja curto e previsível. Para que o sistema sequencial funcione verdadeiramente, o padrão seguido pelos pedidos dos clientes precisa ser bem compreendido. Caso os pedidos sejam difíceis de prever, o *lead time* de produção deve ser muito curto (menor que o *lead time* do pedido) ou o supermercado necessita de ser mantido com uma quantidade adequada de produtos acabados. Um sistema sequencial requer um planeamento rígido para ser mantido (Smalley, 2004).

2.3.2.3. Sistema puxado misto sequencial e com supermercado

O sistema puxado sequencial e o sistema puxado com supermercado podem ser aplicados em conjunto num sistema misto, também conhecido como sistema puxado tipo C.

Um sistema misto permite que os sistemas com supermercado e sequencial sejam aplicados selectivamente, conseguindo-se os benefícios proporcionados por cada um deles, mesmo em ambientes que a procura é complexa e variada. Os dois sistemas

podem ocorrer ao mesmo tempo, lado a lado, horizontalmente, ao longo de um fluxo de valor completo, ou podem ser usados para apenas uma dada peça.

Num sistema misto o acompanhamento e planeamento da produção pode tornar-se mais complexo por isso, para que o sistema misto funcione correctamente, é necessária uma gestão muito rigorosa (Smalley, 2004).

2.3.3. Kanban

No ponto 2.3.1., a quando da identificação dos desperdícios definiu-se que a principal fonte de desperdício é o excesso de produção ou superprodução. O excesso de produção é responsável pelos restantes tipos de desperdícios não só pelo excesso de stock mas também pela ocupação desnecessária dos equipamentos, movimentação desnecessária e desperdícios do próprio processo.

O *kanban* é utilizado no sistema puxado como ferramenta, de forma a obter um fluxo contínuo. No sistema de produção da Toyota o *kanban* é um cartão que regula o “puxar” sinalizando a produção e a entrega em etapas anteriores (Wormack e Jones, 2004).

O sistema *kanban* é uma forma de gerir a produção JIT, a informação do *kanban* permite controlar, de forma harmoniosa, as quantidades de produção em cada processo (Monden, 1983).

A grande vantagem do *kanban* é que permite a redução contínua de stocks, quer de matéria-prima, semi-acabados e/ou produto acabado. A redução gradual dos stocks expõe os problemas existentes em todo o fluxo. Muitos autores comparam os níveis de stock à maré, figura 8. Quando maré está cheia não é possível ver as pedras que estão por baixo do nosso barco, mas quando a maré começa a baixar as pedras ficam visíveis, as pedras neste caso são os nossos obstáculos que podem ser: falta de fiabilidade dos equipamentos, tempos de espera elevados, má utilização dos equipamentos, má formação dos operadores, falta de manutenção dos equipamentos, produto não conforme. Portanto a redução de stocks é fundamental para a melhoria contínua, uma vez que permite a visibilidade dos problemas reais e conseqüente eliminação dos mesmos.

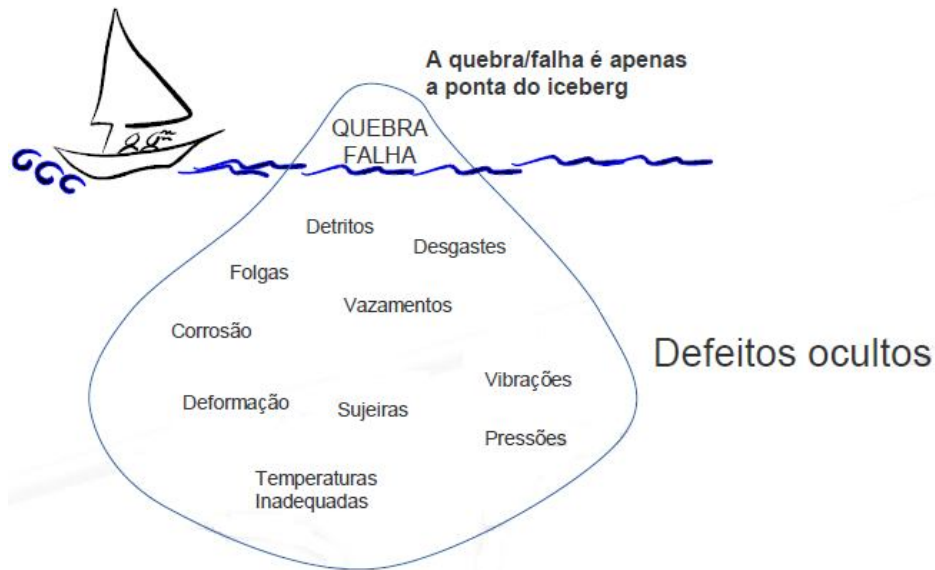


Figura 8 – Níveis de stock (fonte Saint-Gobain)

O *kanban* também é uma ferramenta para a gestão visual, uma vez que estes conduzem a produção, este indica o que é para produzir, quantidade a produzir, cliente, unidade de produção e ponto de disparo.

O *kanban* pode ser:

- *Kanban* de produção: a ordem de produção é dada por um *kanban*.
- *Kanban* de transporte: a ordem de transporte de materiais é dada pelo *kanban*.

Para que o *kanban* funcione correctamente é necessário uma boa organização dos postos de trabalho, definir correctamente a relação cliente/ fornecedor interno, estabilidade e processos uniformes e tempos de setup reduzidos.

No ponto 2.3.2.1. referiu-se a necessidade de dimensionar o supermercado de um sistema puxado, o *kanban* não é mais do que o sinalizador no caso de um sistema puxado com setups, figura 9.

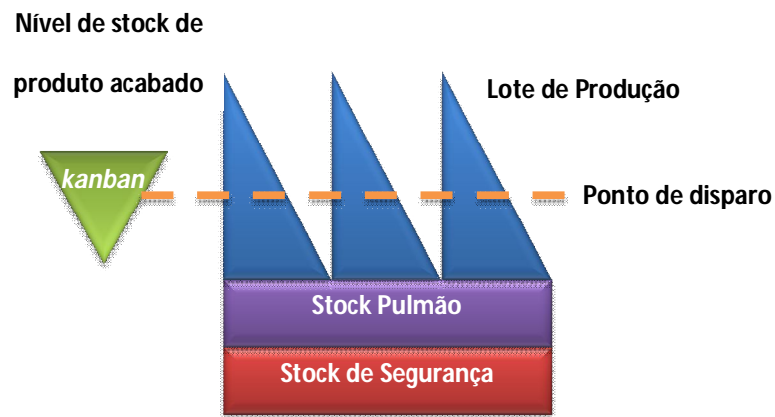


Figura 9 - Tipos de stock num sistema puxado com setup (fonte Saint-Gobain)

Para dimensionar o *kanban* de sinalização, é necessário determinar o tempo disponível para o setup, definir o número de setups necessários por dia, determinar o lote de produção e especificar o ponto de disparo da produção.

O tempo disponível para o setup (TDS) é a diferença entre o tempo de abertura da linha e a soma do tempo necessário de produção com os tempos de paragens.

O número de setups possíveis no período de abertura é o TDS dividido pelo tempo médio de setup.

Desta forma é possível calcular o lote de produção, este é a procura no período a dividir pelo número de setups possíveis no mesmo período.

O ponto de disparo é calculado de acordo com a figura 10.

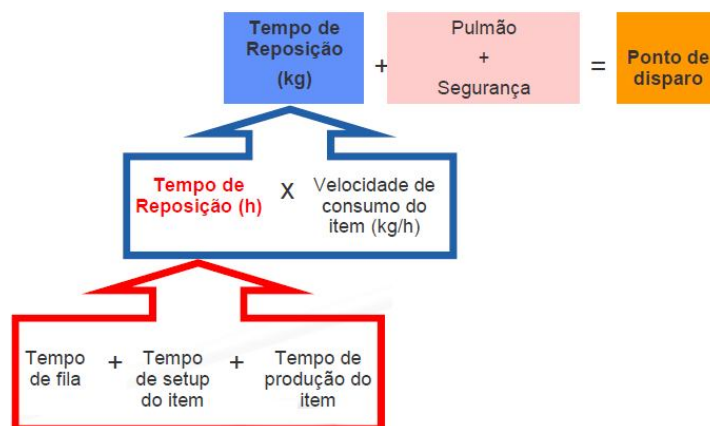


Figura 10 – Especificar ponto de disparo (Fonte Saint-Gobain)

A produção por *kanbans* é o requisito mais importante para o nivelamento da produção pois permite otimizar as operações; minimiza o WIP e é uma ferramenta fundamental do TPS.

2.3.4. Nivelamento da produção

Nivelamento da produção ou *Heijunka*, significa produzir todos os itens de uma família num determinado intervalo de tempo de forma a garantir um fluxo contínuo de materiais e informação, quanto menor for esse intervalo maior será o grau de nivelamento.

De acordo com Araújo e Rentes (2010), ou então Liker (2005), *“o foco mais comum das implementações de ferramentas enxutas está na identificação e eliminação de perdas. Mas, muitas empresas não conseguem alcançar o processo de estabilizar o sistema e criar uniformidade - um verdadeiro fluxo de trabalho enxuto equilibrado. O princípio talvez mais contra-intuitivo do modelo Toyota é esse nivelamento do plano de trabalho - o heijunka. Ele é fundamental para eliminar o desnivelamento (mura), cuja existência não permite que sejam evitadas as perdas (muda) e sobrecargas do sistema (muri).”*

Nivelar a produção é planejar a mesma de acordo com a procura dos clientes de uma forma gradual e uniforme de forma a otimizar os recursos necessários.

A principal vantagem do nivelamento da produção é a estabilidade do fluxo do valor, desta forma é possível obter uma produção constante podendo dessa forma reduzir ou eliminar a necessidade de manter stocks elevados para fazer frente à variação da procura (Araújo e Rentes, 2010).

Uma das desvantagens do nivelamento é que as diferenças entre os produtos da mesma família não podem ser muito grandes e o tempo de setup entre os modelos não podem ser elevados. Pelos motivos descritos será necessário implementar os conceitos SMED, trabalho padronizado e redução dos lotes de produção.

Com nivelamento da produção será possível obter:

- Redução de stocks de produto acabado e intermédios bem como das matérias-primas, resultando na redução do *lead time*.

- Aumento da flexibilidade de resposta para o cliente permitindo a produção mais próxima da procura real.
- A mudança de produção deixa de ser dramática pois a empresa pode ajustar os seu ritmo durante o dia, semana ou mês.
- Estabilidade na produção.

Juntamente com o nivelamento da produção surge o Heijunka box, caixa de nivelamento, que não é mais que uma ferramenta visual para auxiliar o controle da produção de modo que o nivelamento seja atingido de forma consistente (Araújo e Rentes, 2010).

3. Estudo de Caso

3.1. Introdução

Este estudo de caso surge no âmbito da implementação do *World Class Manufacturing* (WCM) na Saint-Gobain Weber Portugal S.A.. O principal objectivo deste ponto é descrever a forma como foram implementados os princípios básicos do *lean*, suas ferramentas e metodologias, numa área piloto, e qual o seu impacto. Por forma a analisar a cadeia de valor e identificar os desperdícios do processo produtivo, a ferramenta utilizada foi o *value stream mapping* (VSM), para a implementação do quarto princípio *lean* aplicou-se a metodologia do sistema puxado com recurso ao *kanban*.

O impacto da implementação dos princípios do *lean* foram fundamentalmente a redução dos dias de stock, o nivelamento da produção e o aumento da produtividade.

3.2. Saint-Gobain Weber Portugal S.A

3.2.1 Saint-Gobain

A história da Saint-Gobain começa em França no ano de 1665, a quando da criação da *Manufacture Royale des Glaces*, para o fabrico dos vidros do palácio de *Versalles*.



Figura 11 – Origens da Saint-Gobain (fonte: Saint-Gobain.com, *in group's presentation*)

Actualmente a Saint-Gobain, líder mundial do habitat, concebe, produtos e distribui materiais de construção trazendo soluções inovadoras aos mercados em crescimento e aos países emergentes, tendo em conta a eficácia energética e a protecção do ambiental.

A Saint-Gobain está dividida em 4 Pólos:

- Materiais Inovadores: na área do vidro n.º 1 na Europa; n.º 3 Mundial; nos materiais de alta performance, n.º 1 Mundial;
- Produtos para a construção: n.º 1 Mundial;
- Distribuição para a construção: na distribuição de materiais para a construção n.º 1 da Europa;
- Acondicionamento: n.º1 na Europa e n.º 2 Mundial.

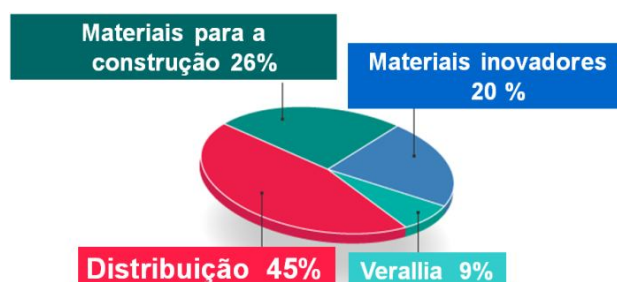


Figura 12 – Sectores de actividade do Grupo Saint-Gobain (fonte Saint-Gobain Weber Portugal S.A. dados 2011)

3.2.2. Grupo Weber

O Grupo Weber nasceu em França em 1920, actualmente é líder mundial na indústria de argamassas industriais. A principal actividade é a produção e comercialização de produtos para colagem de cerâmica e rebocos para fachada, para além destas actividades também desenvolve argamassas técnicas para completar as suas actividades. Assenta em princípios estratégicos comuns internacionais e desenvolve produção e áreas de negócio localmente. O grupo Weber está actualmente presente em 42 países.

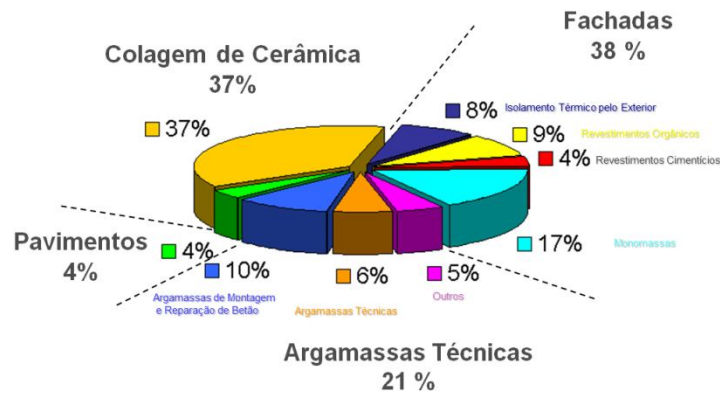


Figura 13 – Área de negócios do grupo Weber (fonte Saint-Gobain Weber Portugal S.A. dados 2011)

Em 1990 adquire em Portugal a Fixicol, e no ano de 1997 integra o Grupo Saint-Gobain.

Actualmente a Saint-Gobain Weber Portugal possui dois centros de produção de argamassas industriais, Aveiro e Carregado, e um centro de produção de argila expandida, Avelar, com um número de colaboradores de aproximadamente duzentos e cinco.

3.3. Descrição do sistema produtivo

A área piloto do projecto WCM escolhida foi a Linha de Pastas, esta encontra-se localizada no centro de Aveiro da Saint-Gobain Weber Portugal S.A.

Esta linha produz produtos em pasta, desde colas adesivas, membranas impermeabilizantes a rebocos acrílicos, são produtos prontos a aplicar pelo cliente.

O início da laboração desta linha começou no ano de 2002, esta dedicava-se a produção de apenas um produto, o Fermafix, actualmente a Linha de Pastas produz quinze produtos acabados diferentes, cinco dos quais para exportação (Espanha, Holanda e África do Sul) e mais três semi-acabados para afinação de cor. O acondicionamento dos produtos é feito em baldes com quantidades de 25kg, 20kg e 8kg. Em 2011 a média mensal de produção foi de 580 toneladas.

Evolução mix de produtos linha de pastas

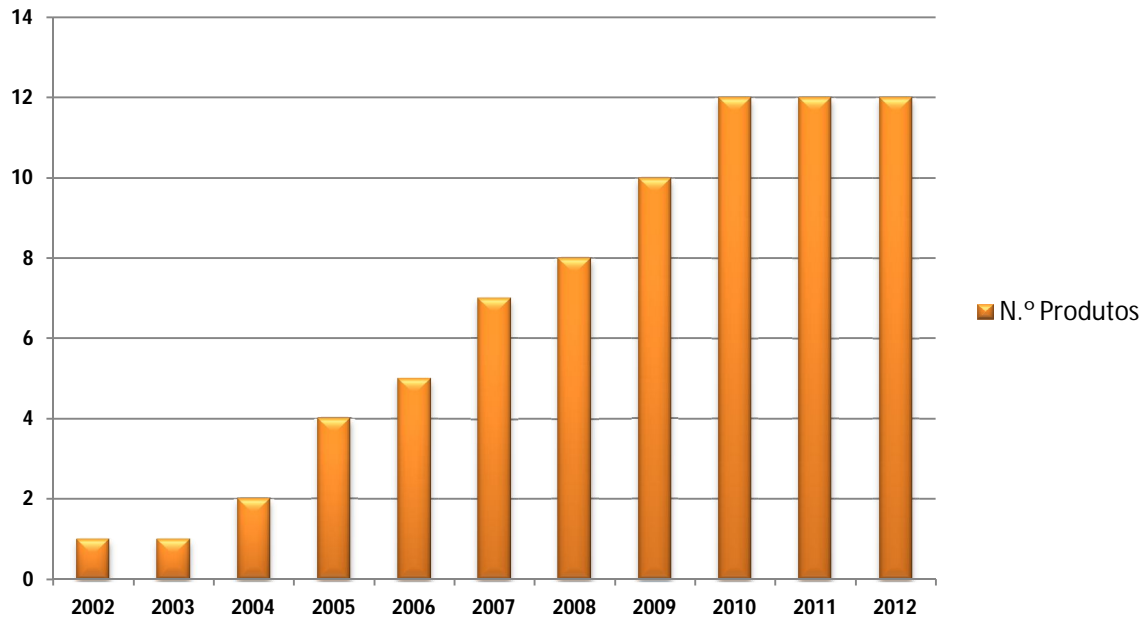


Figura 14 – Evolução mix de produtos linha de pastas (fonte Saint-Gobain Weber Portugal S.A.)

Actualmente a linha de produção de Pastas é constituída por: (Figura 15)

- Silos maioritários nos quais estão armazenados as matérias-primas tais como: areias e carbonatos;
- Reservatórios para resinas e água;
- Balanças para dosificação dos silos e pesagens manuais;
- Três misturadores, onde são fabricados os produtos;
- Linha de enchimento;
- Robot de paletização.

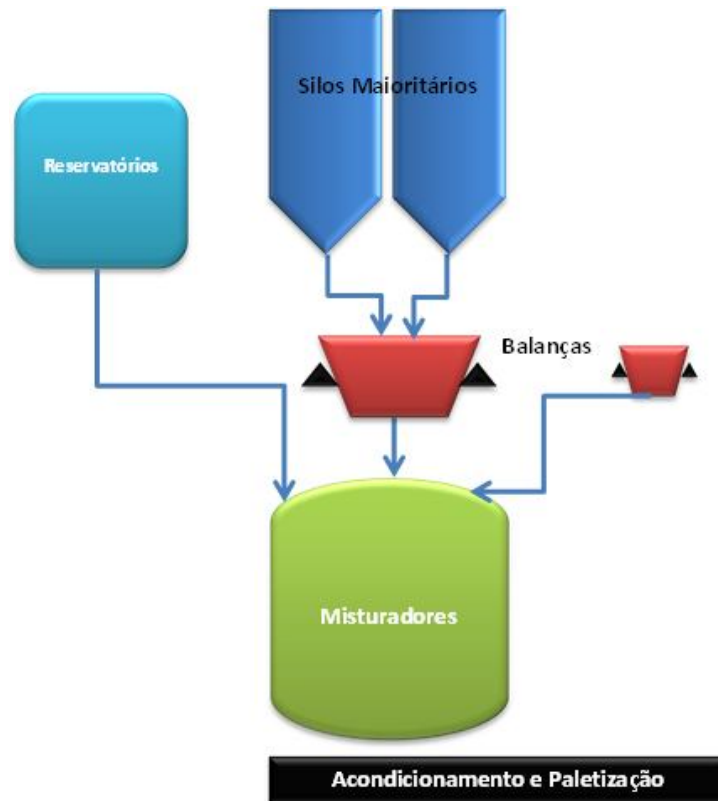


Figura 15 – Esquema da linha de produção de pastas

Por questões de qualidade, todos os produtos têm um lote mínimo de produção, a que se dá o nome de mistura, durante o processo produtivo as produções (misturas) são acompanhadas pelo controle de qualidade em diferentes fases.

A linha labora em dois turnos e está dividida em três postos de trabalho:

- Dosificador: Responsável pela organização da equipa é o elemento que produz as misturas de produtos de acordo com as receitas e seguindo o plano de produção previamente definido;
- Acondicionador: Enche o produto acabado para o interior do balde e controla o seu peso;
- Conductor Fim de Linha: Verifica que o produto acabado está bem acondicionado na palete, e coloca-o no parque de produto acabado, recepciona matérias-primas e apoia o acondicionador.

O tempo de produção de uma mistura e seu acondicionamento, varia de produto para produto, desde o início da produção até ao seu acondicionamento no exterior pode

demorar três a quatro horas, se implicar acondicionamento a 8kg pode demorar quatro a cinco horas.

Apesar de a linha ter três misturadores só se pode acondicionar um misturador de cada vez, a troca de produtos deve ser minimizada pois a lavagem dos misturadores, apesar de ser um processo simples, tem custos elevados resultantes dos resíduos pastosos, os quais têm que ser devidamente processados por entidades credenciadas.

Desde o início do projecto, em 2008, até aos dias de hoje a linha de pastas têm sofrido várias melhorias de forma a acompanhar o crescimento da procura dos seus produtos. No ano de 2008 a linha de produção de pastas tinha apenas uma balança para a dosificação dos silos e a paletização dos produtos era quase na toda manual, o mix de produtos nesse ano era de seis produtos acabados e dois semi-acabados.

A linha de pastas é uma linha em crescimento, por esse motivo foi escolhida para linha piloto do projecto WCM, os principais problemas desta linha prendem-se com as diferenças dos produtos nomeadamente em termos de viscosidade, granometria e densidade.

Para garantir a qualidade dos produtos, as diferenças acima descritas não permitem que as produções tenham uma sequência qualquer, por esse motivo em 2008 a produção era planeada por uma sequência ideal entre dois misturadores, de forma a evitar muitas lavagens e o terceiro misturador fazia apenas três tipos de produto com as mesmas características. A produção era para stock, sistema *push*, e só parava quando não havia mais espaço no exterior.

Como poderemos ver nos pontos seguintes deste projecto, com a implementação dos princípios do *lean thinking*, a linha passou por várias transformações, de salientar que na aplicação das ferramentas e filosofias *lean*, os operadores da linha de pastas estiveram sempre envolvidos participando de uma forma activa e criativa.

3.4. Enquadramento do estudo de caso

O estudo de caso apresentado neste projecto, tem como principal objectivo apresentar os passos seguidos para a implementação dos princípios do *lean thinking*, de forma a melhorar o sistema produtivo da linha de pastas.

No ano de 2008, e de acordo com o plano estratégico da Saint-Gobain Weber Portugal S.A. previa-se um aumento significativo de vendas, nos produtos da linha de pastas, durante os próximos anos, para além do aumento da procura interna, nomeadamente nos produtos weber.plast decor M e o lançamento do weber.plast decor F, estava em estudo a possibilidade de dois novos produtos para exportação.

Com a possibilidade de surgirem novos produtos e sabendo das dificuldades existentes nas trocas de referências bem como a falta de espaço existente no centro de Aveiro, a implementação da filosofia *lean* na linha de pastas teve como principais objectivos:

- Aumento da produtividade;
- Redução de stocks de produto acabado
- Redução de stocks de matérias-primas;
- Eliminação dos desperdícios.

Numa primeira fase de implementação dos princípios *lean* foram elaborados o mapeamento do fluxo do valor (VSM) do estado actual e estado futuro, identificaram-se todas as actividades que ocorrem desde a compra de matéria-prima até à entrega do produto final ao cliente. Após uma análise do VSM do estado actual procedeu-se à identificação das oportunidades de melhorias e construção do VSM do estado futuro, seguiu-se a planificação das acções a realizar de forma a atingir os resultados previstos no estado futuro.

Sendo um dos objectivos da implementação do *lean* a redução dos stocks, procedeu-se à implementação do sistema puxado para produto acabado e matérias-primas com recurso ao kanban.

Nos pontos seguintes será realizada uma descrição da forma como foram aplicadas as ferramentas do VSM e como foi implementado do sistema puxado com recurso ao Kanban.

3.5. Construção do *value stream mapping*

Antes do início da construção do VSM definiu-se qual a família de produtos a analisar, a família escolhida foi a família do weber.plast decor M, que inclui o weber.plast decor M 0919 25kg, Base weber.plast decor M 25kg, weber.plast decor M 0818 25kg e weber.plast decor M 0829 25kg, os últimos dois produtos são coloridos. A escolha desta família

deveu-se ao facto de ser um produto crítico na linha e as suas perspectivas de crescimento.

A construção do VSM foi realizada com o apoio do *MS Visio* e a simbologia utilizada foi a do *Lean Institute*.

3.5.1. Value stream mapping estado actual

Para a análise do fluxo do valor da linha de pastas é necessário conhecer bem o seu processo, só assim é possível identificar possíveis fontes de desperdício e definir planos de acção para a resolução de problemas.

No ano de 2008, após a análise do fluxo de valor da linha de pastas, o VSM do estado actual da linha encontra-se no anexo 1.

De acordo com o ponto 2.3.1. a construção do VSM deve ser feita de trás para frente, ou seja do cliente (valor) passando pelos fornecedores e por fim pelos processos, desta forma identificamos como nossos clientes: os distribuidores, o centro do Carregado e os nossos clientes de exportação. As encomendas são registadas em SAP pelo serviço a cliente, o planeador têm acesso a essa informação via SAP, a informação é actualizada duas vezes por dia. (figura 16)

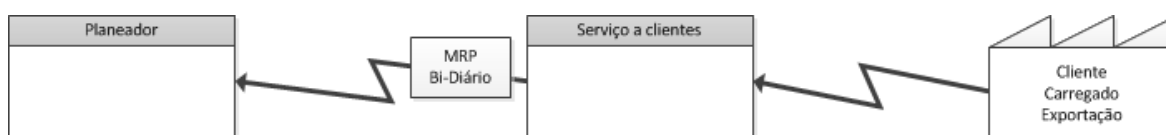


Figura 16 – Fluxo informação registo de encomendas

A partir das informações em SAP o planeador faz o planeamento semanal da produção de acordo com as encomendas e o espaço disponível no exterior. O plano de produção é colocado todas as quintas feiras em papel no posto de dosificador. Os pedidos das matérias-primas maioritárias são pedidos semanais e os aditivos são pedidos mensalmente.

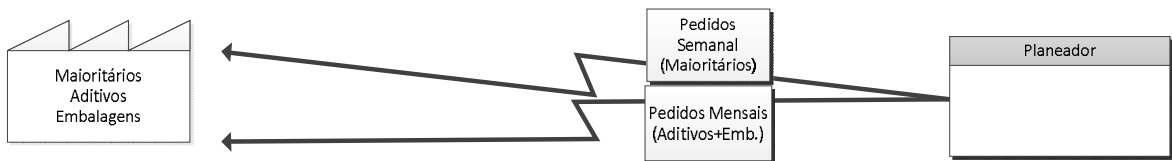


Figura 17 – Fluxo informação planeamento produção e encomendas fornecedores

Quando as matérias-primas chegam estas são analisadas pelo controle de qualidade, e ficam em stock.

Diariamente o dosificador segue o plano de produção, no posto de dosificação existem processos automáticos e manuais, o controle de qualidade acompanha a produção fazendo análises ao “Gel” e acertando a viscosidade das misturas no final. Após a validação do controle de qualidade, o acondicionador pode encher a mistura e ao mesmo tempo o condutor de fim de linha armazena o produto no exterior onde fica em stock. Como foi referido no ponto 3.3., a produção é para stock, sistema *push*, como a localização do produto final não é definida, não é possível garantir que o produto acabado mais antigo sai em primeiro lugar.

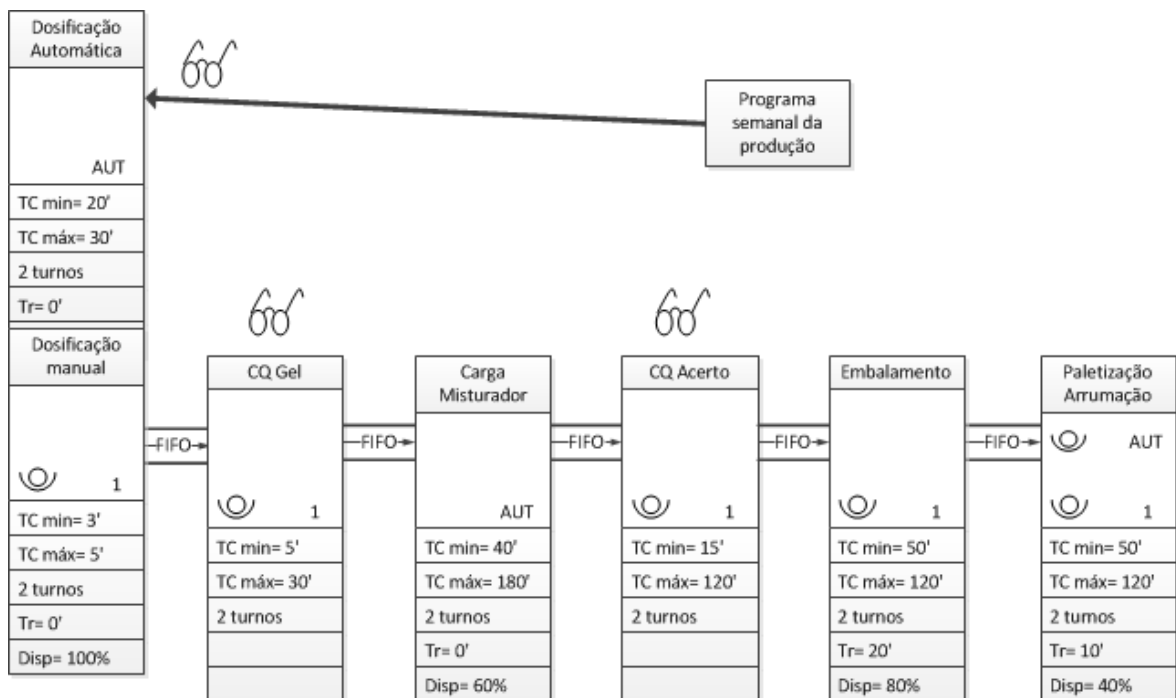


Figura 18 – Fluxo informação processo de produção

A análise, do produto que é colocado em stock no exterior é feita pelo controle de qualidade 12h a 24h após a produção. O produto só pode ser expedido aos clientes após a análise e validação do controle de qualidade.

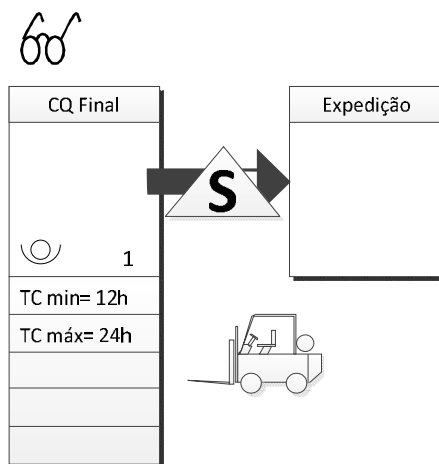


Figura 19 – Fluxo informação controle qualidade e expedição

3.5.1.1. Tempo de ciclo e *lead time*

Após o desenho do fluxo de valor e do fluxo da informação é necessário definir o tempo de ciclo de cada processo e o *lead time*, essa informação foi obtida através da recolha de tempos. A soma dos tempos de ciclo representa o tempo do fluxo de valor, *timeline*.

A recolha dos tempos de ciclo foi realizada através da observação de cada processo, e com o auxílio de um cronómetro registou-se o tempo que cada tarefa demora a executar. (Anexo 2 e Gráficos 1 e 2)

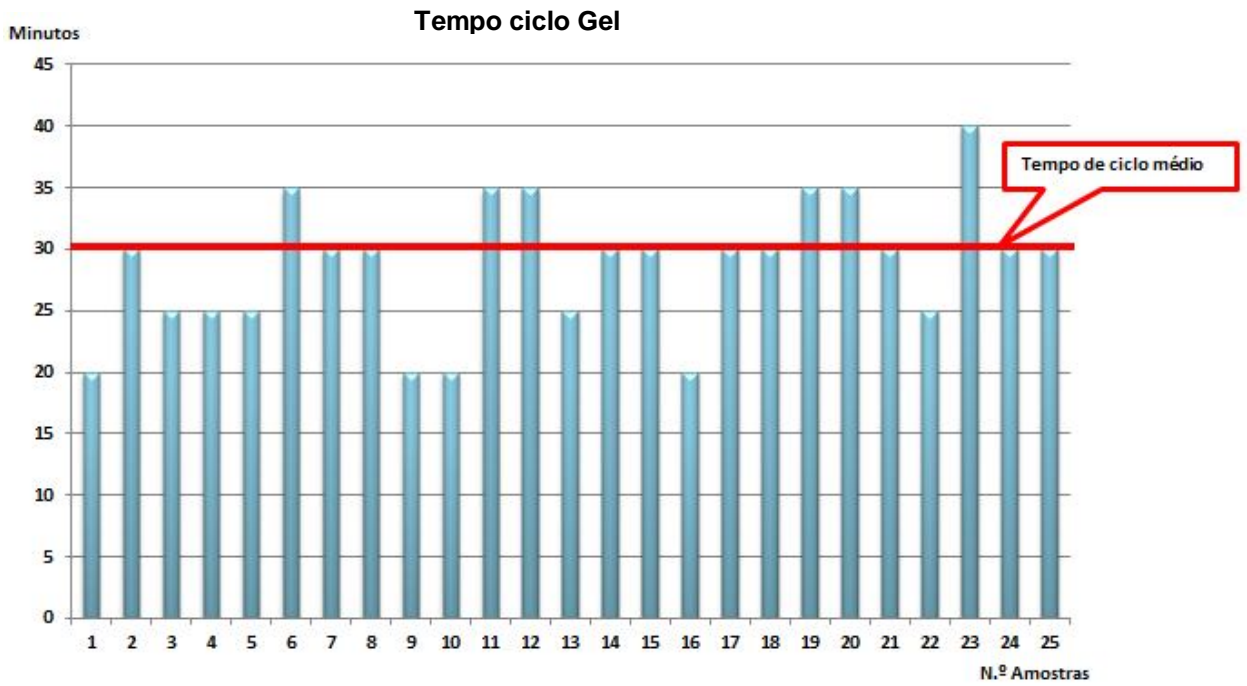


Gráfico 1 – Tempo de ciclo CQ Gel

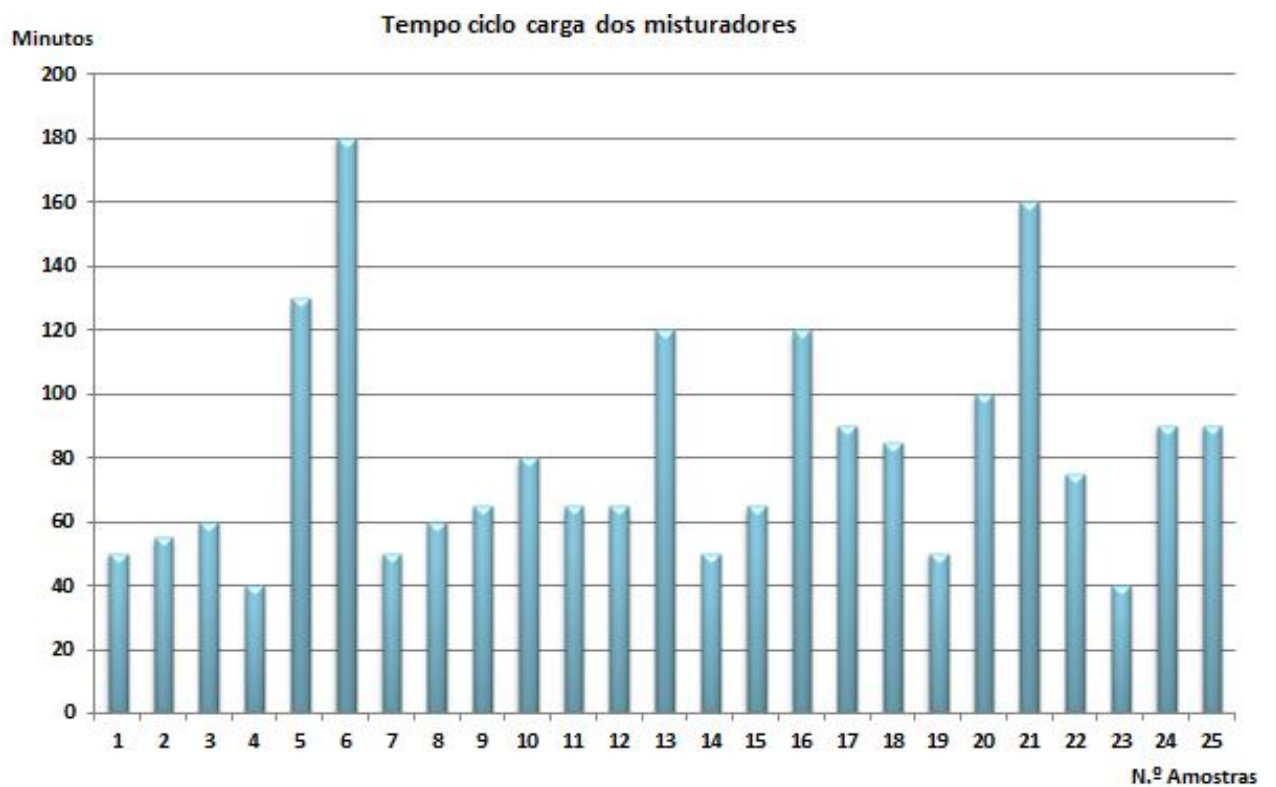


Gráfico 2 – Tempo ciclo carga dos misturadores

Após uma análise dos dados do anexo 2, podemos verificar que algumas fases do processo têm variações muito grandes, nesses casos definiu-se um tempo de ciclo mínimo e um tempo de ciclo máximo, considerou-se que essa elevada variabilidade de tempos para o mesmo processo poderia indicar existência de desperdícios no mesmo. Para os casos em que a variabilidade era significativamente menor, considerou-se o valor médio, desta forma obtiveram-se os valores de tempo de ciclo presentes na tabela 2.

Tempos de Ciclo

Processo	Tempo mínimo Minutos	Tempo máximo Minutos
CQ MP's	5	5
Dosificação	40	40
CQ Gel	30	30
Carga misturador	40	180
CQ Acerto	30	120
Embalamento	50	120
Paletização	50	120
CQ Final	720	1440
	965 minutos	2055 minutos
	0,6 dias	1,4 dias

Tabela 2 – Soma dos tempos de ciclo dos processos

O valor alcançado para a soma de todos os tempo de ciclo dos processos situa-se entre os 965 minutos, 0,6 dias e 2055 minutos, ou seja, 1,4 dias (Tabela 2).

A partir dos tempos obtidos podemos rapidamente concluir que existe uma diferença muito grande entre o tempo de ciclo mínimo e o tempo de ciclo máximo, aproximadamente 1000 minutos, estes resultados mostram a instabilidade que alguns processos têm.

Para além da recolha dos tempos de ciclo, também foram recolhidos os tempos de setup (Tempos de troca - Tr) e analisou-se a disponibilidade dos equipamentos existentes no fluxo de valor. Nessa análise verificou-se que alguns equipamentos têm apenas uma disponibilidade de 40% a 80%, a falta de disponibilidade deve-se à falta de programação dos equipamentos, avarias e equipamento não adequado.

Seguiu-se o cálculo do *lead time*, este é o tempo necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço. Inclui o tempo útil de processamento e o tempo não produtivo, avarias, setups, armazenamento (Pinto, 2008).

Para o cálculo do *lead time* foi necessário calcular os dias de stock de produto acabado em controlo de qualidade, do produto acabado, matérias-primas dos: maioritários, aditivos e embalagens.

O cálculo dos dias de stock é calculado da seguinte forma:

$$\text{Dias de stock} = \text{stock actual} / \text{média do consumo} \times 22 \text{ dias}$$

Desta forma o resultado encontra-se na tabela 3:

Dias de Stock

	Dias de Stock
MP Maioritários	8
MP Aditivos	29
MP Embalagens	47
Produto acabado CQ	1,5
Produto acabado	3

Tabela 3 – Dias de Stock

Depois de calculados os dias de stock foi calculado o *lead time*, este é a somatório dos dias de stock das MP's, com os dias de stock de produto acabado em controlo de qualidade (CQ), com os dias de stock de produto acabado e com os tempos máximo de processamento, apresentados na tabela 2. Desta forma o *lead time* médio é de 34 dias. (Tabela 4)

Lead time médio

	Dias de stock	Produto acabado CQ	Produto acabado	Tempo de processamento máximo	Lead time
MP Maioritários	8	1,5	3	1,4	14
MP Aditivos	29	1,5	3	1,4	35
MP Embalagens	47	1,5	3	1,4	53
Lead time médio					34

Tabela 4 – Lead time médio

3.5.1.2. Takt time

Depois de determinado o tempo de ciclo e o lead time, e antes de analisar quais os processos com oportunidades de melhoria é necessário calcular o *takt time*.

Como definido anteriormente o *takt time* é o tempo de produção disponível dividido pelo índice de procura dos clientes.

$$\text{Takt time} = \text{Tempo de abertura da linha} / \text{Procura}$$

O tempo de abertura da linha é de 15 horas, dois turnos 2x 8 horas = 16 horas – (2x 30 minutos paragem legal por lei) = 15 horas.

No gráfico 3, podemos analisar as vendas diárias da família de produtos em estudo, desta forma a média diária de vendas é de 3,7 toneladas logo,

$$\text{Takt time} = 15 / 3,7 = 3,94 \text{ horas.}$$

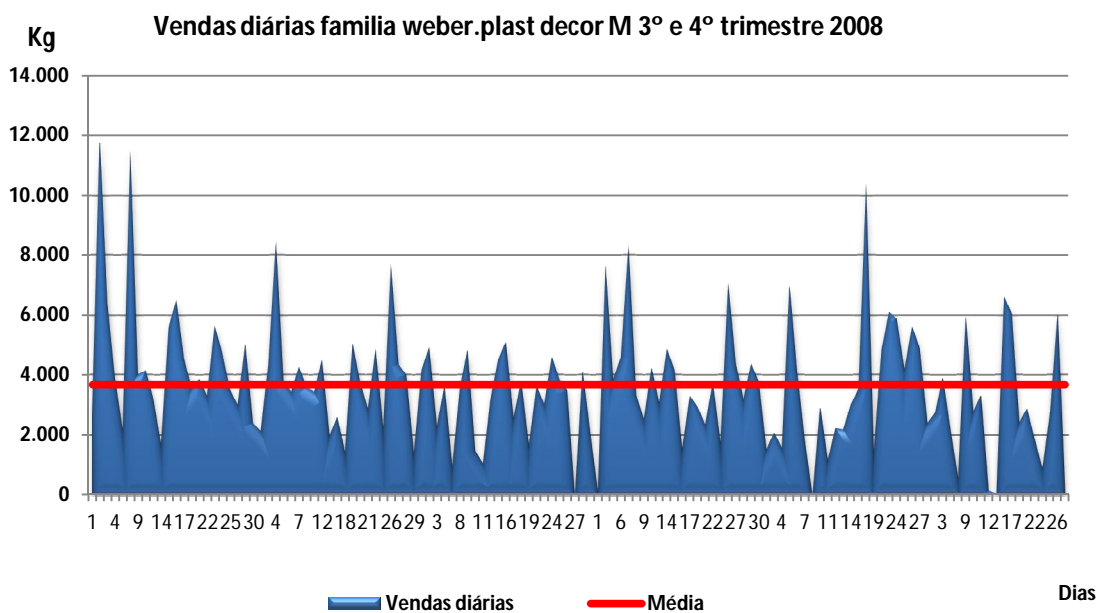


Gráfico 3 – Vendas diárias família VSM

Após uma análise dos dados observou-se que os picos de venda superiores a 6 toneladas correspondem a encomendas pontuais para obras específicas. A análise do gráfico 3, também nos permite verificar que as vendas diárias não são constantes.

3.5.2. Análise do *Value stream mapping* estado actual

Uma vez terminada a construção do estado actual do fluxo de valor, é feita uma análise do mapa identificando quais os pontos onde devem ser realizadas melhorias, e posteriormente é efectuado o desenho do VSM do estado futuro.

Ao analisar o VSM do estado actual da linha de pastas (figura 20, anexo 1) e identificar seus desperdícios foi definido qual o plano de acção a desenvolver, desta forma os problemas identificados como geradores de desperdício no fluxo de valor da linha de pastas são:

- Planeamento e controlo da produção;
- Tempo de troca no processo de dosificação;
- Tempos elevados no controle de qualidade;
- Variação dos tempos de carga dos misturadores e sua disponibilidade;
- Tempo de embalagem e troca elevado e disponibilidade do equipamento;
- Tempo de paletização elevado e baixa disponibilidade do equipamento.

De seguida será realizada uma análise detalhada dos problemas geradores de desperdício, e quais as medidas tomadas para a redução e/ou eliminação dos mesmos.

Mapeamento do fluxo de valor Estado actual – Linha de pastas

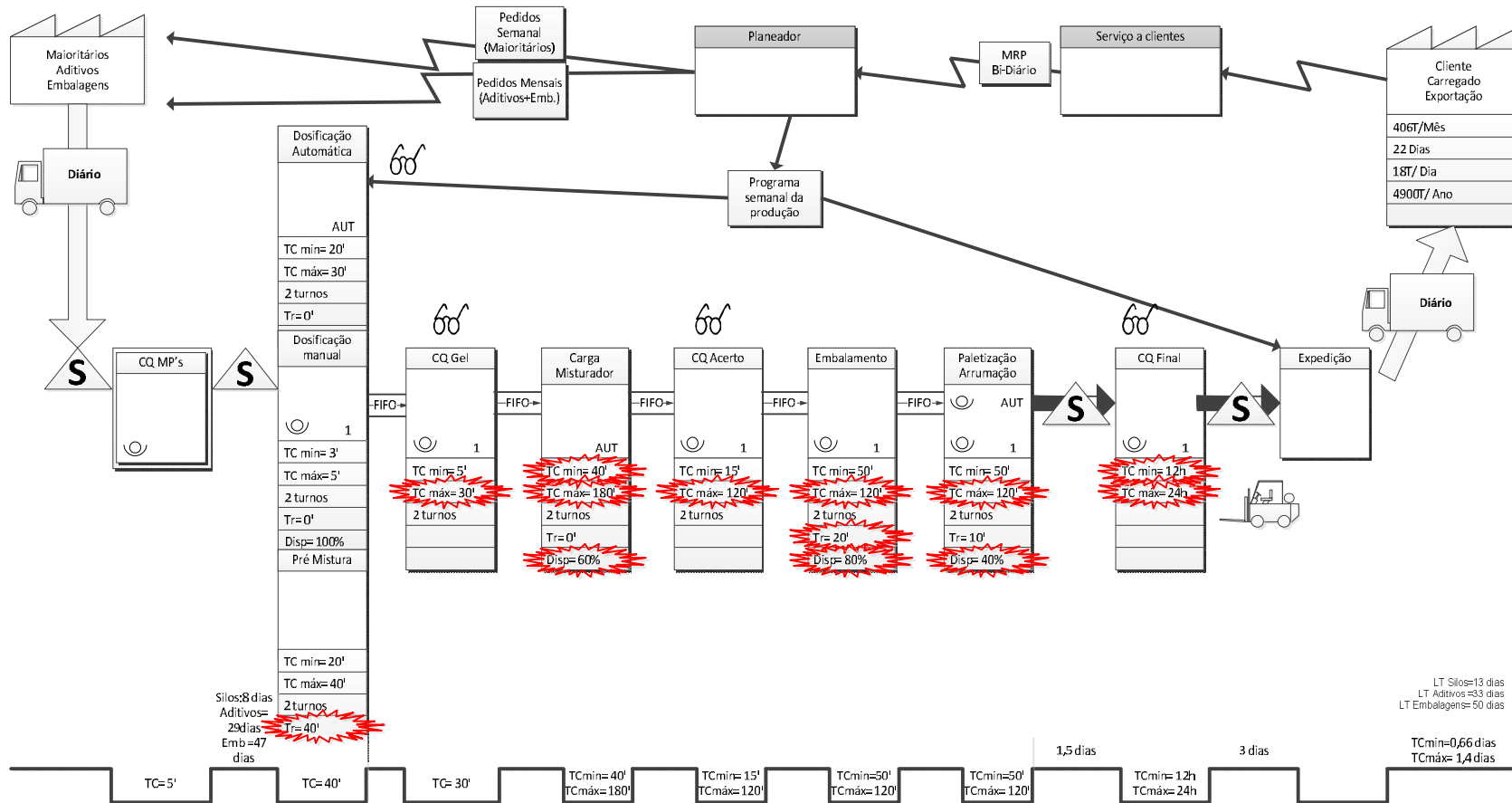


Figura 20 – VSM estado actual 2008

3.5.2.1. Planeamento e controlo da produção

Como a produção é para stock e o seu planeamento é semanal, não tem em conta as possíveis paragens por avarias ou falta de espaço no exterior, logo têm que ser ajustado e corrigido quase que diariamente. As correcções fazem com que a troca de produtos seja mais frequente e desta forma os custos de produção inerentes à lavagem dos misturadores aumentam. A troca de produtos e ajustes no plano de produção semanal têm outro efeito negativo, como os pedidos dos maioritários são colocados semanalmente, a troca de produto não é tão linear, pois pode implicar que um dado material pedido não caiba no interior do silo, causando transtornos ao fornecedor pois tem que aguardar até que o silo tenha espaço para o resto do material. Outro problema é que este tipo de planeamento semanal resulta em excesso de stock de produto acabado e o stock de matérias-primas também têm que ser elevado.

Os desperdícios identificados foram: excesso de produção, stocks, tempo de espera e movimentações.

Para a resolução dos desperdícios gerados pelo planeamento e controle da produção decidiu-se implementar o sistema puxado que será alvo de análise no ponto 3.6. desta tese. O objectivo do sistema puxado é que o valor puxe a produção desta forma serão eliminados os desperdícios acima identificados. Para tal foram criados dois supermercados, um de produtos acabados e outro de matérias-primas.

3.5.2.2. Tempo de troca no processo de dosificação

Como já referido, a troca de produto implica, por vezes, a lavagem do misturador, a lavagem dos misturadores é feita com água através de uma pistola de pressão, essa lavagem tem um impacto ambiental, pois a quando da lavagem dos misturadores os resíduos pastosos, da lavagem vão para uma fossa, a recolha desses resíduos é feita por uma entidade certificada. Em 2008 a recolha era efectuada de três em três semanas, para além do custo que está operação têm, como podemos ver na figura 20 o tempo de troca médio é de 40 minutos, no entanto, durante a recolha de dados também se observaram lavagens de misturadores que demoraram 60 minutos, um tempo bastante elevado.

Os desperdícios identificados foram: tempo espera e desperdícios do próprio processo.

Com a implementação do sistema puxado, que inclui a redução de lotes de produção, prevê-se um aumento do número das lavagens. Desta forma ficou definido no plano de acção uma análise SMED para redução dos tempos de lavagem, esta análise SMED deu origem a um círculo *kaizen* (Anexo 4).

O grupo de trabalho era composto: o responsável da linha, o responsável pela manutenção, um operador da linha de pastas e um elemento do laboratório. Com recurso a filmagens, identificaram-se as actividades internas e externas da operação e de seguida efectuou-se uma análise do problema com recurso ao diagrama de causa efeito, *Ishikawa*, figura 21, de seguida definiu-se qual a causa raiz de cada problema e procedeu-se a elaboração de um plano de acção.

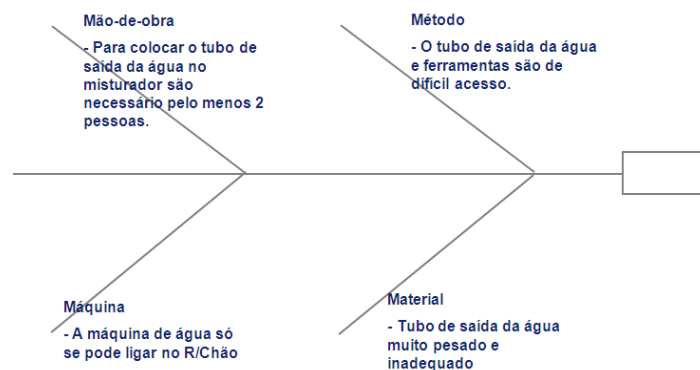


Figura 21 – Diagrama causa efeito

O plano de acção, teve como principal o objectivo de reduzir o tempo de limpeza em aproximadamente 33%, menos de trinta minutos, e que a operação fosse realizada por apenas um operador. (Tabela 5)

PROBLEMA	CAUSA-RAIZ	CONTRAMEDIDA	Responsável	Status
Tubo de saída da água - É pesado, difícil de lavar e não é flexível	Acumulação de pasta no interior.	Substituir o tubo por uma manga flexível.	Manutenção	
Necessário dois operadores para colocar o tubo	- Tubo pesado - Não existe sistema de fixação à boca de saída do misturador.	Colocar sistema de fixação fácil na boca do misturador, já adaptado a manga flexível.	Manutenção	
Só existe um local onde ligar a pistola de água	- A máquina de pressão tem que estar no Rés do chão pois é utilizada para a limpeza da zona de enchimento, após o enchimento de uma mistura.	Fazer uma rede de pressão de água até à plataforma.	Manutenção	
Ferramentas e tubo de difícil acesso	Localização não está definida	Implementação dos 5S na zona de acondicionamento.	Resp. Pastas	
		Fazer instrução de trabalho da forma como se deve proceder à limpeza do misturador.	Resp. Pastas	

Tabela 5 – Plano de acção

Depois das medidas implementadas a lavagem de um misturador passou a demorar no máximo vinte minutos, ou seja a redução do tempo de lavagem foi de 50%.

Em 2009 esta acção permitiu ganhos na capacidade da linha mas também reduzir custos e o impacto ambiental, pois como já referido a recolha da fossa ocorria de três em três semanas, actualmente a recolha é realizada de cinco em cinco semanas, o que permitiu uma redução de custos em 58%, aproximadamente 21.000€. De referir que a partir deste SMED foi proposta uma nova melhoria, um novo círculo *Kaizen*, de forma a reutilizar a água da limpeza dos misturadores, no ano de 2010 e 2011 passou-se a reutilizar a água em alguns produtos, no entanto a forma como a recolha da água era feita aumentou o tempo de setup, bem como o tempo de mistura, uma vez que essa recolha e aproveitamento era feito manualmente. Sendo esta uma questão ambiental está actualmente em curso, um novo plano de acção para a aquisição de uma mini ETAR, de forma que a água das lavagens seja aproveitada na sua totalidade num número maior de produtos e de uma forma automática.

3.5.2.3. Tempos elevados no controle de qualidade

Os tempos elevados no controle de qualidade devem-se ao facto dos elementos do controle de qualidade não estarem afectos a linha de pastas a 100%. Os tempos mais elevados surgem da parte da manhã, altura em que é dado o ok, alta, dos produtos produzidos no dia anterior.

Os desperdícios identificados foram: tempo de espera.

O plano de acção definido para a redução deste desperdício foi a formação dos elementos da linha de pastas em algumas tarefas do controlo de qualidade, nomeadamente no controle de qualidade do “gel” e na afinação das misturas.

A formação dos operadores é fundamental para a implementação dos princípios *lean*. Desta forma apostou-se na polivalência dos operadores nos diferentes postos de trabalho, o acompanhamento da evolução dos operadores é feito trimestralmente a partir da matriz de polivalência (anexo 5), para além disso existe rotação dos operadores nos diferentes postos da linha de pastas.

3.5.2.4. Variação dos tempos de carga dos misturadores e sua disponibilidade

A variação dos tempos de carga dos misturadores deve-se às cargas maioritárias do processo da mistura. Cada produto tem cargas diferentes por consequência diferentes tempos de carga do misturador. A disponibilidade do equipamento é de 60%, isto deve-se ao facto de por vezes o material ficar compactado nas tubagens de carga. O facto de o tempo de carga ser elevado implica produto não conforme, pois o produto sobreaquece e perde as suas características.

Os desperdícios identificados foram: tempo de espera e defeitos.

Em 2008, a quando do início do projecto WCM, este equipamento era recente e ainda não estava estabilizado, o plano de acção definido foi a estabilização do processo.

3.5.2.5. Tempo de paletização elevado e baixa disponibilidade do equipamento

O processo de acondicionamento e paletização são dependentes um do outro, após uma análise no terreno concluiu-se que o problema se encontra no paletizador. Como a paletização é praticamente manual esta não permite que o acondicionamento seja mais rápido. A disponibilidade do paletizador é de 40%, pois a maior parte dos produtos é paletizada manualmente e em automático é muito lento, logo atrasa o processo anterior, o acondicionamento.

Os desperdícios identificados foram: tempo de espera e trabalho desnecessário.

No plano de acção deste processo foi incluído o investimento de uma célula robotizada para que a paletização dos produtos seja toda ela automática. Após a instalação da célula robotizada, e com a paletização totalmente automática está actualmente um plano de acção para que a linha de acondicionamento seja totalmente automatizada.

Os planos de acção de melhoria propostos têm como principal objectivo a redução do tempo de ciclo dos processos, redução dos tempos de setup e redução do *lead time* de forma a garantir que o fluxo do valor seja contínuo.

3.5.3. Value stream mapping estado futuro

Após a análise do VSM do estado actual e identificação dos desperdícios procedeu-se à elaboração do VSM do estado futuro da linha de pastas, figura 22, anexo 3.

Neste mapa podemos rapidamente ver em que processos vão ocorrer as acções de melhoria para eliminação de desperdícios.

Para além das melhorias propostas nos processos, a principal alteração é a implementação do sistema puxado com recurso ao kanban e instalação de supermercados, estes permitem controlar e melhorar o fluxo de material, bem como a redução de lotes de produção, stocks de produto acabado e matérias-primas.

Como resultado das acções de melhorias, de referir que no caso da redução dos tempos de troca de produtos com recurso ao SMED, esta ferramenta permitiu reduzir em 50% o tempo de lavagem dos misturadores e reduzir os custos de recolha de resíduos em 58% . A implementação do sistema puxado também permitiu outra melhoria da qual daremos conta no ponto 3.6.. A formação dos operadores das pastas, em operações do controle de qualidade, permitiu a redução significativa dos tempos de controlo de qualidade, e como consequência a aposta na polivalência dos elementos da linha em todos os postos de trabalho. Relativamente à redução dos tempos de carga dos misturadores, numa fase inicial os objectivos foram atingidos, no entanto com surgimento de novos produtos foi necessário modificar o processo de carga dos misturadores, com a adição de uma segunda balança para os maioritários, isto permite a separação de cargas “finas” de cargas mais “grossas” reduzindo as contaminações de produtos. Os tempos de carga actuais ainda não estão nos valores desejados, no entanto está a decorrer um plano de acção para a resolução do problema.

A implementação da célula robotizada resolveu o problema da paletização, a paletização é completamente automática e a disponibilidade do equipamento é de 100%. Actualmente está em curso um plano de melhoria para a automatização da linha de enchimento.

Todos os anos é feita uma actualização do VSM da linha de pastas, surgindo novos planos de acção.

Nos anexos 6 e 7 podemos encontrar o estado actual de 2012 e o estado futuro para 2013.

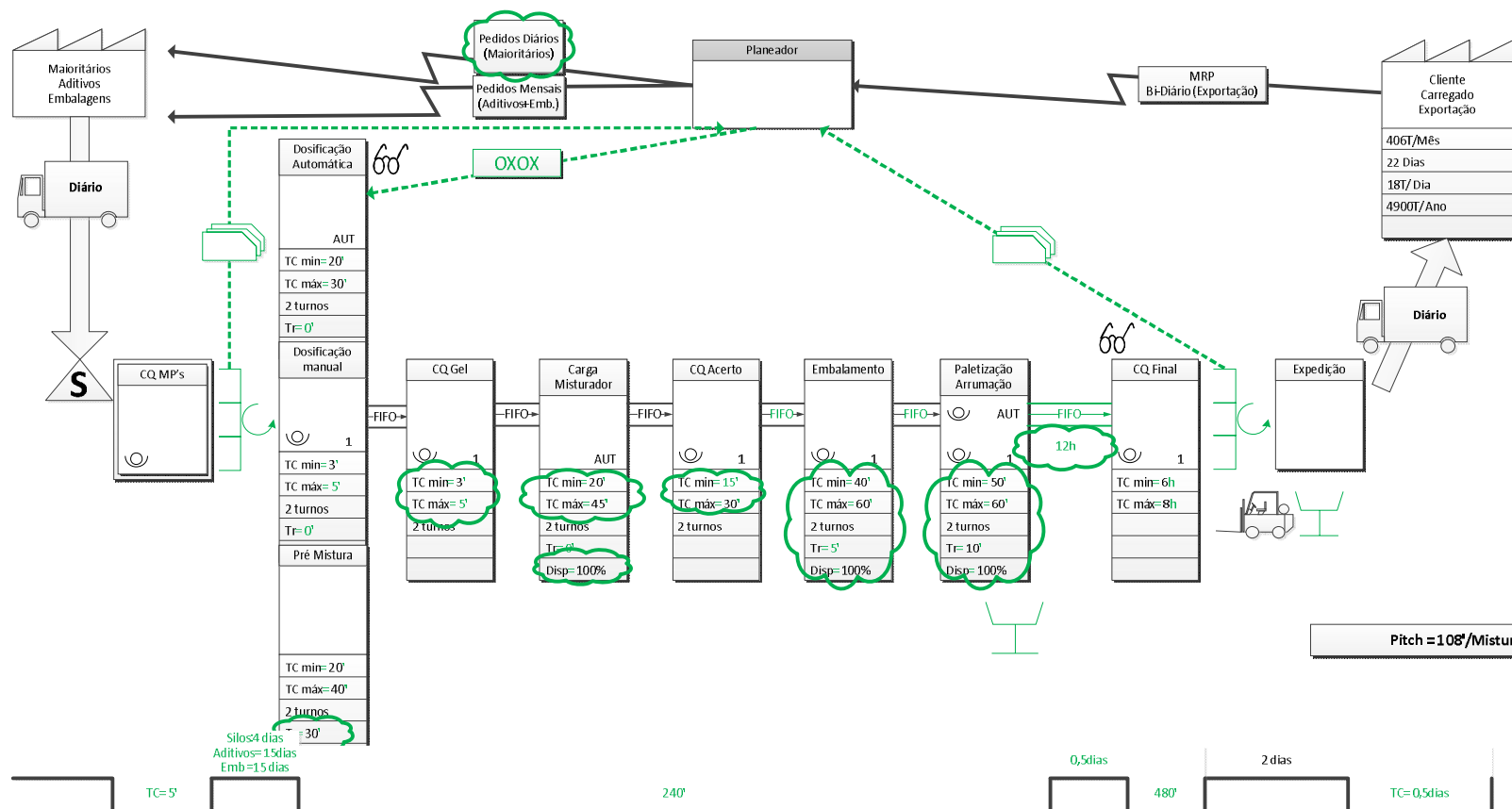


Figura 22 – VSM estado futuro 2008

3.6. Implementação do sistema puxado

O sistema puxado é o quarto princípio da filosofia *lean*, consiste em produzir apenas o que é necessário quando for necessário, ou seja, o cliente “puxa” a produção, este determina o que deve ser feito e o planeamento da produção é realizado de acordo com essa procura.

Neste ponto será descrito os passos para a implementação de um sistema puxado com supermercado com recurso ao *kanban*. Em primeiro lugar definiu-se o supermercado de produto acabado, de seguida elaborou-se o quadro de nivelamento da produção e por fim o supermercado de matérias-primas.

3.6.1. Dimensionamento do supermercado de produto acabado

Como verificamos a quando da análise do VSM estado actual no ponto 3.5.1. um dos problemas identificados foi o planeamento e controlo da produção ineficaz, o planeamento da linha era semanal partindo de dados históricos, e a intenção do planeador era ocupar a linha independentemente da procura, ou seja produção para stock. O espaço no exterior era desorganizado, como se produzia mais do que se vendia o stock de produto acabado era colocado onde houvesse espaço, ou seja, só se parava quando não havia mais lugar onde colocar as paletes. No gráfico 3 podemos ver a evolução do stock diário dos produtos da linha de pastas e respectivas vendas durante o 2º trimestre de 2008 e 1º trimestre de 2009, ao analisar o gráfico em questão podemos verificar que o stock diário de produto acabado relativamente às vendas diárias é claramente superior.

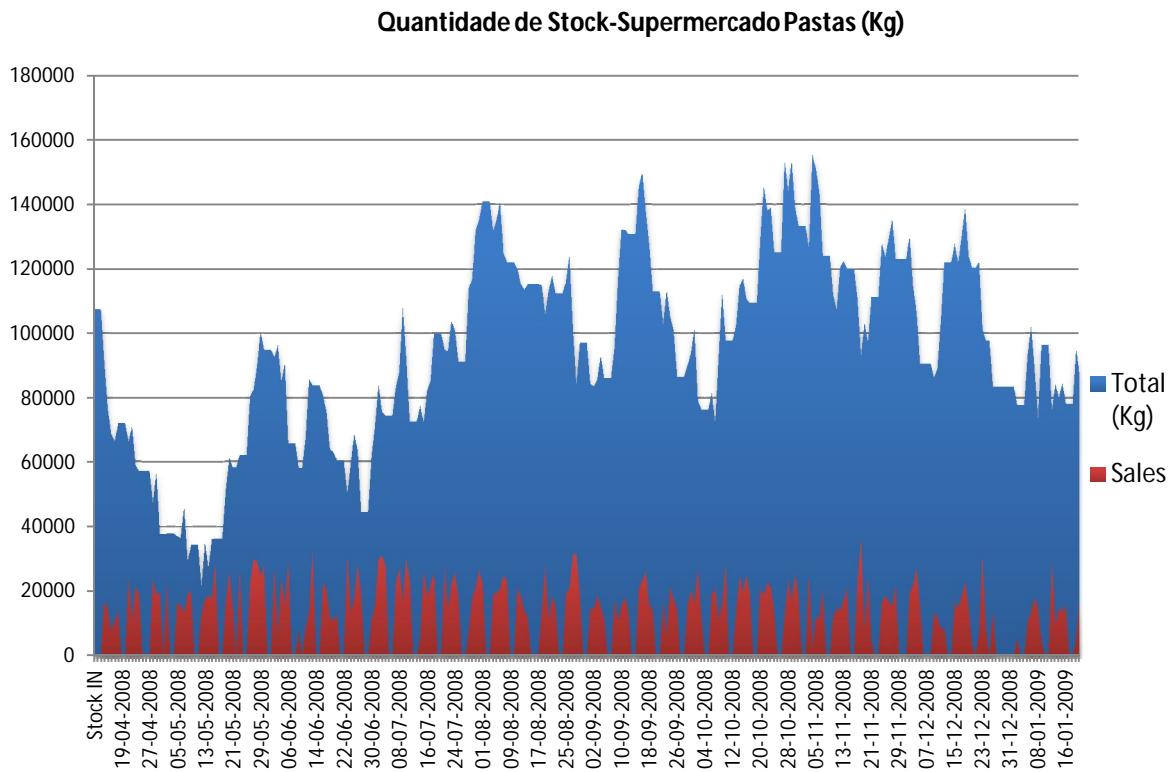


Gráfico 4 – Stock produtos vs Vendas 2008/09

Antes de iniciar o dimensionamento do supermercado de produtos acabados é necessário definir quais os produtos que fazem parte do supermercado.

No gráfico 5 calculou-se o coeficiente de variação (CoV) relativamente a média da venda diária. Quanto menor for o valor do coeficiente de variação, relativamente à procura diária, menor é variação da procura, logo o produto possui um comportamento estável. Se o coeficiente de variação for elevado implica que o stock pulmão terá que ser elevado, como referimos anteriormente, um supermercado possui um stock pulmão para cobrir a variação da procura.

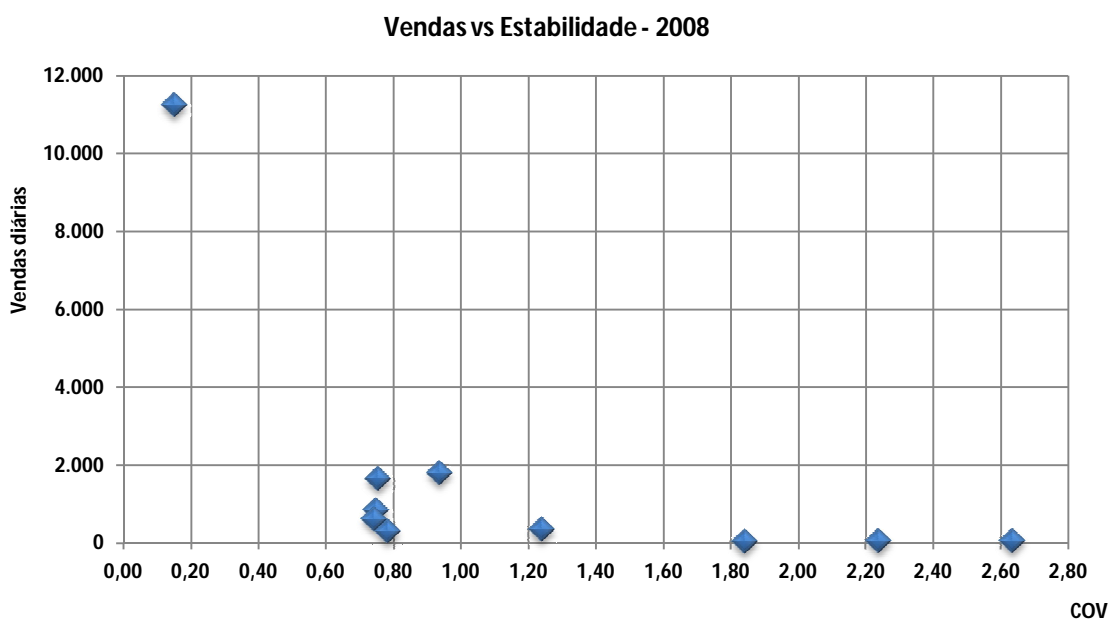


Gráfico 5 – Coeficiente de variação 2008/09

Após a análise do gráfico 5, optou-se por não incluir no supermercado de pastas o weber.fix solos 25kg, cujo o seu CoV era superior a 2,0. Incluiu-se o weber.dry lastic telha 8kg, 2,23, pois optou-se por modificar o lote de produção como veremos mais à frente neste capítulo.

Desta forma, o supermercado das pastas será constituído pelos semi-acabados e todos os produtos acabados da linha de pastas excepto os produtos para exportação. No caso dos produtos para exportação o único stock existente será os restos de produção, uma vez que não é possível produzir a quantidade exacta de uma dada encomenda, como já foi referido, por questões de qualidade não é possível reduzir o lote de produção de uma receita (mistura).

Como foi possível verificar no gráfico 4 o stock de produto acabado é claramente superior à sua procura, a quando do início da implementação do WCM na linha de pastas, 3º trimestre de 2008, os dias e valor de stock eram em média 8 dias e 46.000 € respectivamente, gráfico 6.

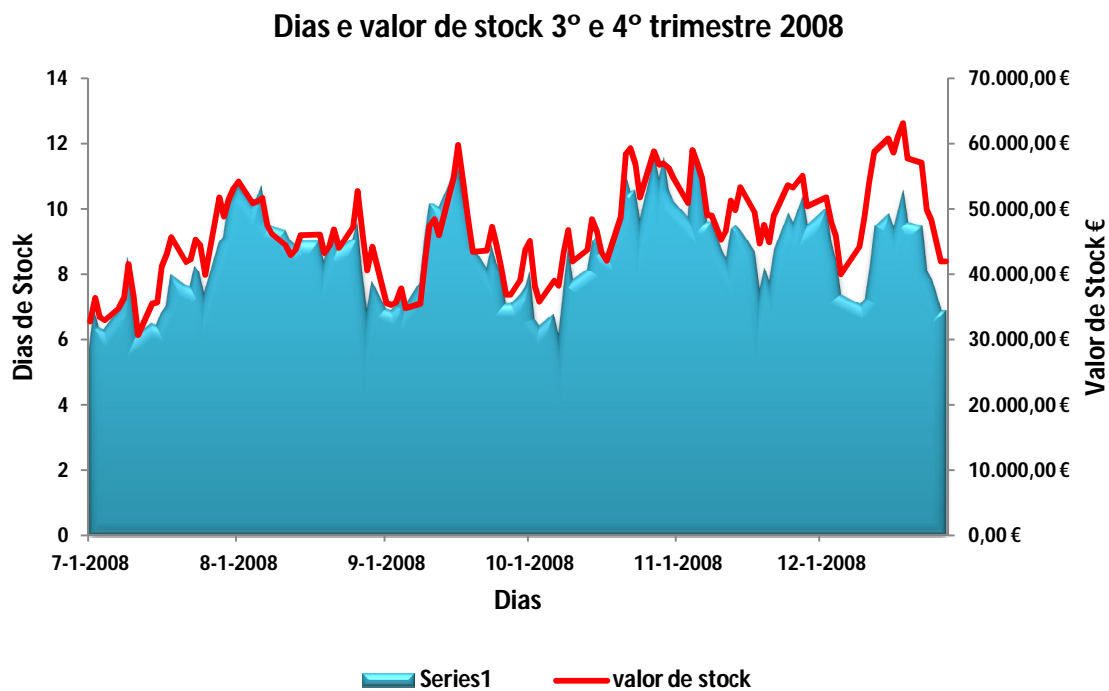


Gráfico 6 – Dias e valor de stock 3º e 4º trimestre 2008

O dimensionamento do supermercado de produto acabado teve início no 3º trimestre de 2009, para o dimensionamento do supermercado foi necessário definir o stock de segurança, o stock pulmão e o lote de produção. Para apoio ao supermercado será implementado o sistema *kanban* no qual será necessário definir o ponto de disparo. Para a obtenção destes dados serão analisadas as vendas do 2º trimestre de 2009. Actualmente a actualização do mesmo é feita trimestralmente desde o início da sua implementação.

Na análise das vendas dos produtos envolvidos calculou-se a média diária de venda, gráfico 7.

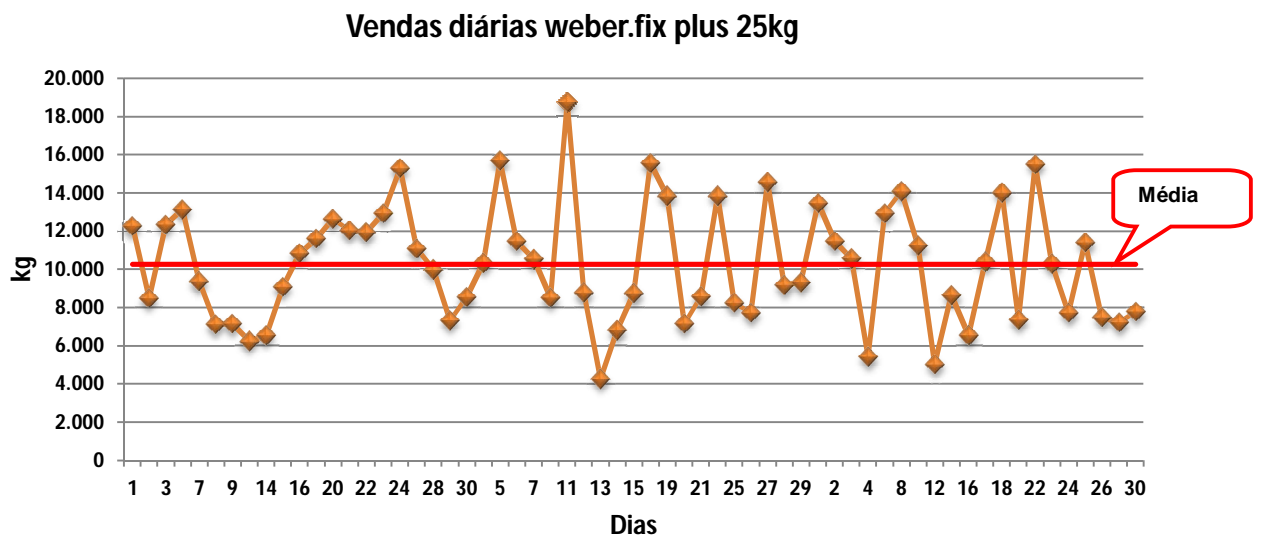


Gráfico 7 – Exemplo gráfico com vendas diárias e sua média

Para além desta análise também foi calculada a variação da procura e também foram identificados os picos de procura e quais as razões pelas quais ocorreram.

A partir da informação calculada definiu-se para cada um dos produtos: o stock de ciclo (lote de produção); stock pulmão e stock de segurança. A soma dos três stocks corresponde ao valor máximo de produto acabado permitido no supermercado, este valor foi arredondado a múltiplos do lote mínimo de produção, que corresponde à capacidade de cada misturador, que por questões de qualidade de produto não pode ser modificado.

Para o cálculo do valor de stock de ciclo é necessário ter em conta a procura diária e o tempo de reposição, o tempo de reposição não é mais do que o tempo necessário para reagir à procura. (tabela 6)

Stock ciclo

Produto	Procura diária	Tempo reposição (dias)	Stock Ciclo (Paletes)
w eber.dry lastic branco 20 Kg	0,84	5	4,2
w eber.dry lastic branco 8 Kg	0,13	5	0,7
w eber.dry lastic telha 20 Kg	0,43	10	4,3
w eber.dry lastic telha 8 Kg	0,11	10	1,1
w eber.fix basic 25 Kg	3,31	1	3,3
w eber.fix plus 25 Kg	12,45	1	12,5
w eber.fix plus 8 Kg	1,06	1	1,1
w eber.prim regulador 0919 20 kg	0,76	5	3,8
w eber.plast decor M 25kg 0919	3,97	3	11,9
w eber.plast renovation 25kg	0,48	1	0,5

Tabela 6 – Cálculo do valor de stock de ciclo

O stock pulmão corresponde à variação da procura e o stock de segurança é a soma do stock de ciclo com o stock pulmão, tabela 7.

Dimensionamento do supermercado de pastas

Produto	Procura diária	Tempo reposição (dias)	Stock Ciclo (Paletes)	Stock Pulmão (Paletes)	Stock Segurança (Paletes)	Total (Paletes)
w eber.dry lastic branco 20 Kg	0,84	5	4,2	1,5	6	11,7
w eber.dry lastic branco 8 Kg	0,13	5	0,7	0,4	2	3,1
w eber.dry lastic telha 20 Kg	0,43	10	4,3	1,1	5	10,4
w eber.dry lastic telha 8 Kg	0,11	10	1,1	0,0	2	3,1
w eber.fix basic 25 Kg	3,31	1	3,3	2,0	5	10,3
w eber.fix plus 25 Kg	12,45	1	12,5	10,0	15	37,4
w eber.fix plus 8 Kg	1,06	1	1,1	0,4	2	3,5
w eber.prim regulador 0919 20 kg	0,76	5	3,8	2,3	6	12,1
w eber.plast decor M 25kg 0919	3,97	3	11,9	4,8	8	24,7
w eber.plast renovation 25kg	0,48	1	0,5	0,2	5	5,7

Tabela 7 – Cálculo dos valores de stock de ciclo, pulmão e segurança

A soma do stock de ciclo com o stock de segurança e pulmão definem o stock máximo permitido no supermercado.

Para apoio ao sistema puxado foi também implementado o sistema kanban, para o kanban foi necessário calcular o ponto de disparo de cada produto, tabela 8, desta forma os valores de stock de segurança e pulmão foram corrigidos tendo em conta a análise feita no gráfico 5, como a variação é muito elevada reduziu-se o stock pulmão nos produtos com variação maior, considerou-se que o ponto de disparo corresponde tempo de reposição e à procura. (Tabela 8)

Cálculo ponto de disparo

Produto	Lote de produção (Palete)	Tempo de reposição (dias)	Ponto de disparo (Palete)	Total paletes em stock
weber.dry lastic branco 20 Kg	10	5	5	15
weber.dry lastic branco 8 Kg	3	5	2	5
weber.dry lastic telha 20 Kg	10	10	5	15
weber.dry lastic telha 8 Kg	3	10	2	5
weber.fix basic 25 Kg	5	1	5	10
weber.fix plus 25 Kg	15	1	30	45
weber.fix plus 8 Kg	3	1	2	5
weber.prim regulador 0919 20 kg	12	5	3	15
weber.plast decor M 25kg 0919	8	3	16	24
weber.plast renovation 25kg	5	1	2	7

Tabela 8 – Definição do ponto de disparo e lote de produção

Com a definição do stock máximo do supermercado de pastas, foi necessário definir no exterior qual o espaço que este iria ocupar, ao invés de no passado os produtos não terem um local definido agora os produtos estarão sempre no mesmo sítio. Para definir essa localização foi necessário ter em conta a forma e a disposição do parque de cargas, este não permite que o FIFO possa ocorrer, no entanto podemos garantir que o lote de produção com a data de produção mais recente seja o último a sair. Como os produtos acabados são armazenados em fiadas, desta forma definiu-se que uma fiada corresponde a um lote de produção, por exemplo, o weber.fix basic 25kg, têm definido como lote de produção 5 paletes, o stock total no exterior pode ser no máximo 10 paletes e o seu ponto de disparo são 5 paletes, isto quer dizer que no supermercado de pastas este estará disposto de acordo com a figura 23.

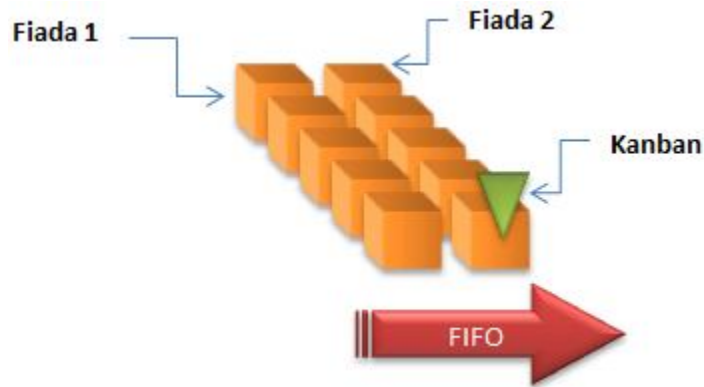


Figura 23 – Disposição do produto acabado no parque

Como a expedição irá iniciar o consumo de weber.fix basic 25kg a partir da fiada 1, o *kanban* é colocado na primeira paleta da fiada 2, ou seja, quando o ponto de disparo for atingido ainda ficam cinco paletes em stock. À medida que o cliente consome o weber.fix basic 25kg, a expedição retira o produto acabado da fiada 1, figura 24.



Figura 24 – Retirada de produto

Quando a expedição chega à paleta que têm o *kanban*, este é colocado no posto kanban, e é recolhido pelos operadores da linha de pastas que entregam o mesmo ao planeador da produção. Como o tempo de reposição é um dia, a produção deste produto têm que ser realizada no dia seguinte ao disparo do *kanban*, e o lote de produção será colocado na fiada 1, e o *kanban* será colocado na primeira paleta de acordo com o seu ponto de disparo. Figura 25.

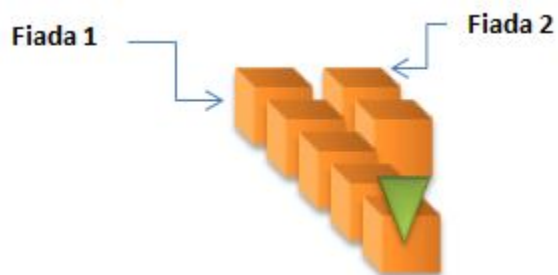


Figura 25 – Colocação do lote de produção no parque

Este procedimento é feito em todos os produtos, a excepção é no produto weber.fix plus 25kg, em que o lote de produção é de 15 paletes o que corresponde a 3 produções, essas 3 produções são colocadas na mesma fiada.

O supermercado de pastas é actualizado de três em três meses e sempre que um novo produto surge. O supermercado actual da linha de pastas está descrito na tabela 9. Como podemos verificar existem mais três produtos.

Supermercado Linha de Pastas				
Produto	Stock (Pal)			Tempo reposição
	Lote Produção	Disparo	Total	
weber.fix premium 25kg	16	32	48	1
weber.fix premium 8kg	3	4	7	1
weber.fix basic 25kg	6	12	18	1
weber.dry lastic Br 20kg	10	5	15	3
weber.dry lastic Br 8kg	3	2	5	3
weber.dry lastic Te 20kg	10	6	16	10
weber.dry lastic Te 8kg	3	2	5	10
weber.prim regulador 0919 20kg	12	6	18	1
weber.plast renovation 25kg	6	6	12	1
weber.plast decor M 0919 25kg	23	23	46	3
weber.plast decor M 0818 25kg	12	6	18	10
weber.plast decor M 0819 25kg	6	6	12	10
weber.plast decor F 0919 25kg	23	6	29	3

Tabela 9 – Supermercado actual linha de pastas

Em 2010 foi necessário rever o espaço do supermercado pois, o plano de acção para redução do tempo de paletização, referido no ponto 3.5.2.5., implicou a instalação de uma célula robotizada, com esta alteração e dado o crescimento das vendas na área da

exportação, o tipo de palete a utilizar na linha foi alterado, passou-se a utilizar uma palete tipo euro palete por esse motivo o supermercado teve que ser actualizado.

Comparando os valores dos dias de stock de 2008, antes da implementação do supermercado e os dias de stock actuais, 1º trimestre de 2012, podemos chegar a conclusão que apesar de presentemente haver mais produtos os dias e valor de stock actual são de 5 dias e 50.000€ (gráfico 8).

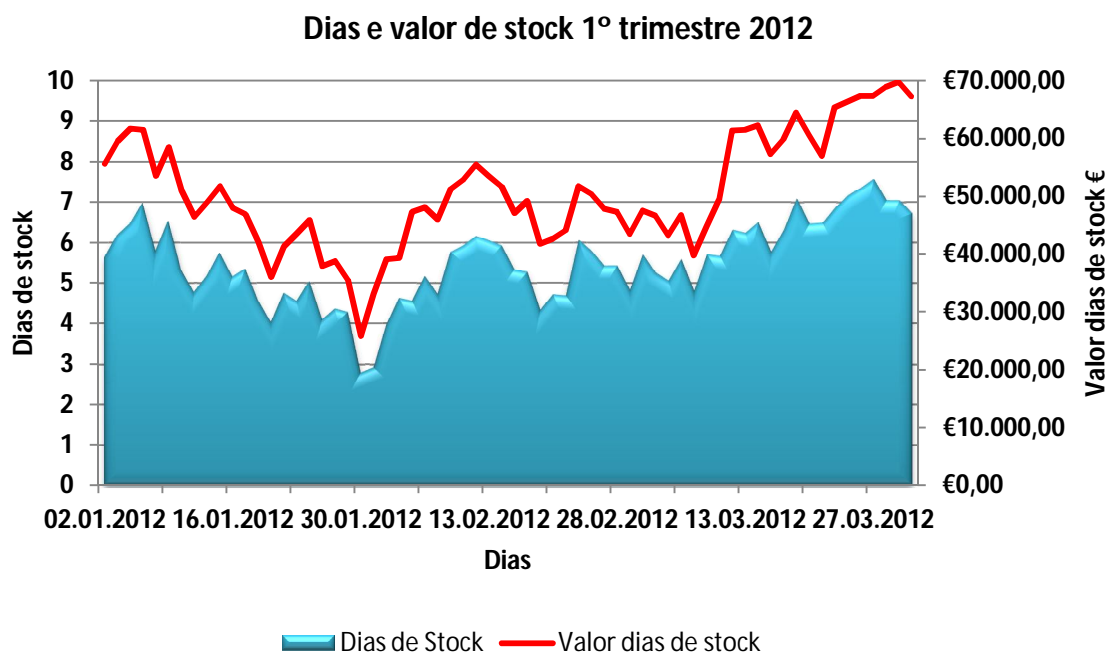


Gráfico 8 – Dias e valor de stock 1º trimestre 2012

A redução dos dias de stock foi de 37,5%, gráfico 9, relativamente ao valor dos dias de stock este subiu 8,7%, no entanto o supermercado têm mais três produtos acabados que no início do dimensionamento do mesmo.

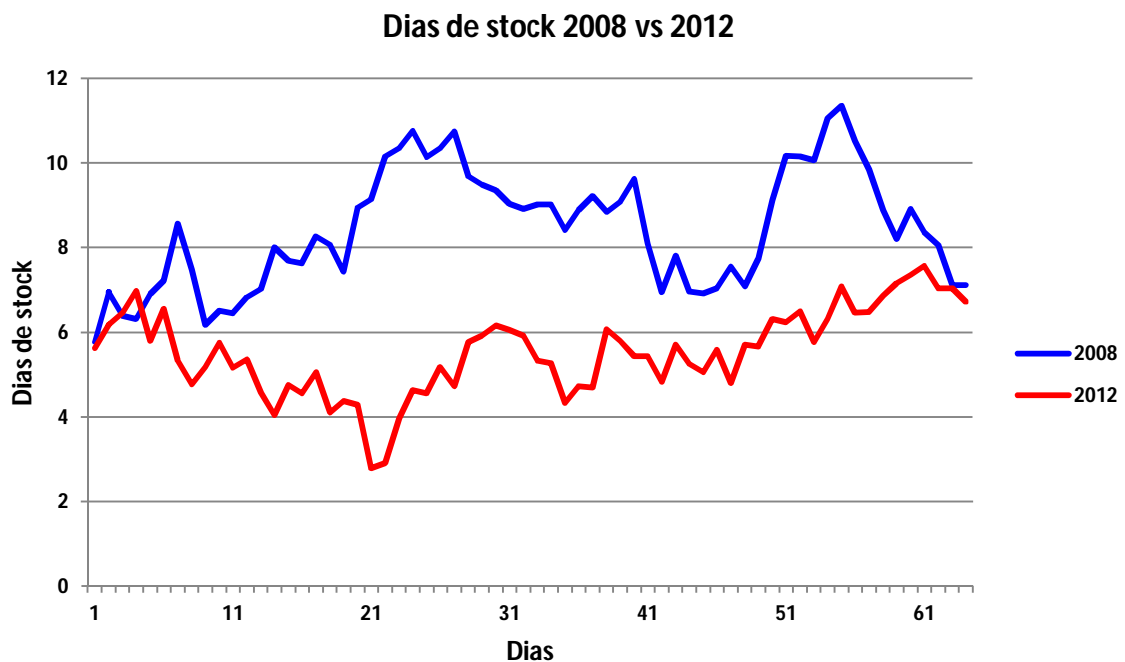


Gráfico 9 – Dias de stock 2008 vs 2012

A redução dos dias de stock continua a ser um dos objectivos da implementação dos princípios *lean* na linha de pastas.

3.6.2. Kanban produto acabado

Quase sempre associado aos supermercados o *kanban* funciona como gerador da ordem de produção, desta forma garantimos que é o cliente a indicar a necessidade de produção e desta forma “puxa” a produção.

O *kanban* de produto acabado das pastas, figura 26, contém seguinte informação:

- 1) Designação do produto;
- 2) Linha de produção onde é produzido;
- 3) Lote de produção;
- 4) Ponto de disparo;
- 5) Acondicionamento dos baldes na palete;
- 6) Tempo de reposição;

7) Data de disparo do *kanban*.



Figura 26 – *Kanban* produto acabado pastas (2012)

Quando o *kanban* dispara, este é colocado no posto *kanban* da expedição. Diariamente e em cada turno, o condutor de fim de linha da linha de pastas, passa pelo posto *kanban* de expedição e recolhe os *kanbans*, ao mesmo tempo realiza uma contagem das paletes de produto acabado disponíveis para o cliente, essa contagem é o nível de acompanhamento de stock, anexo 8. O acompanhamento do nível de stock permite de uma forma visual e rápida verificar se um determinado produto está de acordo com o dimensionamento do supermercado ou se é necessário reajustar o ponto de disparo e níveis de stock.

3.6.3. Implementação da *Heijunka box*

A quando do dimensionamento do supermercado do produto acabado da linha de pastas, ficou claro que os lotes de produção teriam que ser reduzidos. No passado e para minimizar as lavagens dos misturadores os produtos eram produzidos de acordo com uma sequência ideal, onde as lavagens eram minimizadas, chegando ao ponto de por vezes os três misturadores estarem a produzir o mesmo produto. Para minimizar o número de lavagens dos misturadores e reduzir o risco de contaminações os misturadores foram especializados, ou seja cada misturador produz uma série de produtos com características muito semelhantes, desta forma foi possível reduzir as lavagens em aproximadamente 20%.

Definido em qual misturador é produzido um dado produto, colocava-se outro problema, como informar o dosificador de qual a sequência de produção. Como referido no ponto 4.2. só se pode produzir um misturador de cada vez e o acondicionamento dos baldes também é feito um misturador de cada vez. Para ajudar o dosificador a seguir a sequência de produção correcta e para que o acondicionador e condutor fim de linha tenham conhecimento do que está a ser produzido elaboraram-se dois quadros de nivelamento, *Heijunka Box*, um quadro para o dosificador, figura 27, e outro quadro para o fim de linha, figura 28.

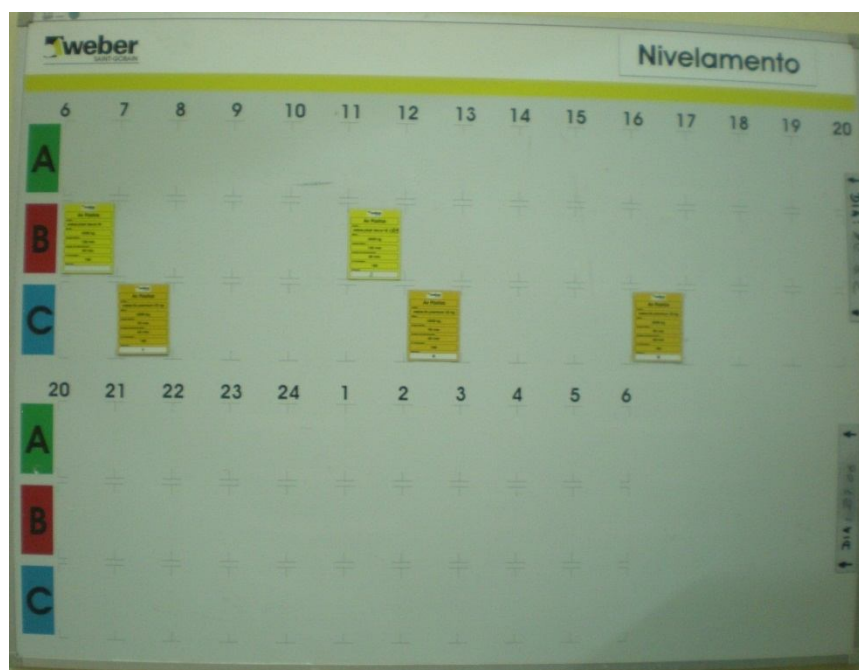


Figura 27 – Quadro nivelamento dosificador



Figura 28 – Quadro nivelamento fim de linha

Em ambos os quadros, existe uma grelha onde estão identificados os misturadores e as horas de abertura da linha. Para que os operadores conhecessem a sequência de produção foram concebidos *kanbans* de produção, figura 29.

Os *kanbans* de produção têm a seguinte informação:

- 1) Linha de produção;
- 2) Nome do produto;
- 3) Quantidade da receita (mistura) a produzir;
- 4) Tempo de ciclo do posto de dosificador;
- 5) Tempo de ciclo do acondicionador;
- 6) Número de embalagens a acondicionar;
- 7) Misturador em que a receita deve ser produzida.

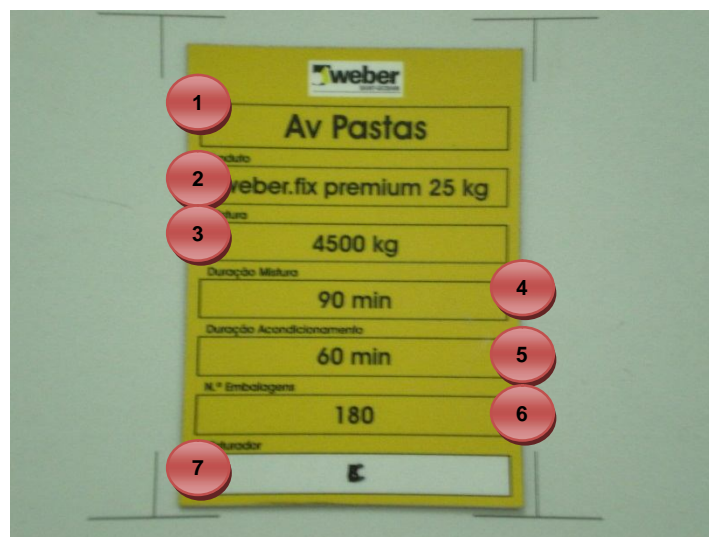


Figura 29 – Kanban de produção

De acordo com as necessidades de produção, o planeador coloca os *kanbans* de produção no quadro de nivelamento, a distribuição dos mesmos é feita de acordo com o tempo de processamento de cada produção, figura 27, no quadro de nivelamento do fim de linha coloca os *kanbans* de produto acabado.

O dosificador inicia a produção de acordo com a sequência definida, quando este terminar a produção de uma mistura e quando o laboratório terminar o acerto da mistura,

ou seja, quando a mistura está pronta a embalar, o dosificador retira o kanban de produção do quadro de nivelamento do dosificador e coloca-o no quadro de nivelamento do fim de linha, figura 28, quando se coloca o *kanban* de produção deve-se considerar a hora a que se vai acondicionar a mistura e não a hora em que ela está pronta a embalar.

O acondicionador segue a sequência de enchimento que está no quadro de nivelamento do fim de linha, quando termina de encher uma mistura coloca o *kanban* de produção junto do *kanban* de produto acabado, quando o número de *kanbans* de produção for igual ao lote de produção definido no *kanban* de produto acabado, o lote de produção está produzido, logo o *kanban* pode ser colocado no supermercado de produto acabado. Figura 30.



Figura 30 – Lote de produção terminado

A vantagem de um quadro de nivelamento é que torna o planeamento e gestão da produção mais visual, permitindo saber de imediato qual a sequência de produção. A cor dos *kanbans* de produção é a mesma do *kanban* de produto acabado, para auxiliar os operadores e tornar a gestão visual mais fácil. Apesar de não fazerem parte do supermercado de produtos acabados, os produtos por encomenda e os semi-acabados

também têm *kanbans* de produção, estes têm a cor branca e também são colocados no quadro de nivelamento.

Para além do planeamento da produção outra vantagem do quadro de nivelamento é que permite detectar atrasos de produção, se o *kanban* de produção ainda estiver no quadro às 16 horas e a produção deveria ter acontecido às 11 horas algo de muito errado terá acontecido.

3.6.4. Dimensionamento do supermercado de matérias-primas

O supermercado de matérias-primas teve o início da sua implementação no 4º trimestre de 2009.

Por uma questão de confidencialidade as matérias-primas terão o nome MP N até MP N+1. Neste supermercado apenas fazem parte os aditivos, as embalagens e maioritários não estão incluídos.

Na análise do VSM estado actual 2008, podemos verificar que os dias de stock dos aditivos é de 29 dias, figura 31.

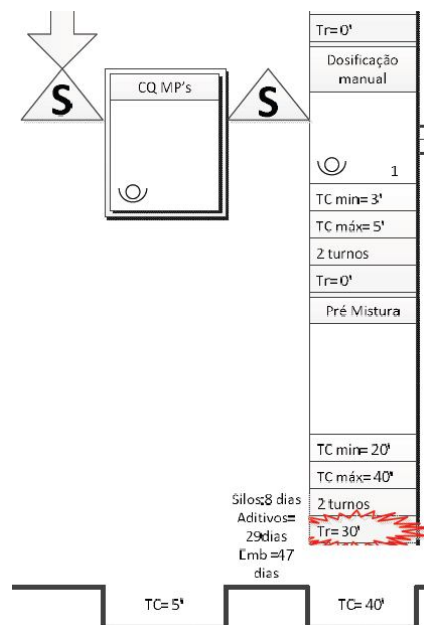


Figura 31 – Dias de Stock Aditivos

Os dias de stock são calculados da seguinte forma:

$$\text{Dias de stock aditivos} = \text{Stock actual} / \text{Média de Consumo mensal} \times 22 \text{ dias}$$

No gráfico 10, podemos verificar que o stock de matérias-primas é superior ao seu consumo. Isto prende-se com o facto dos lotes de compra em algumas situações serem muito elevados.

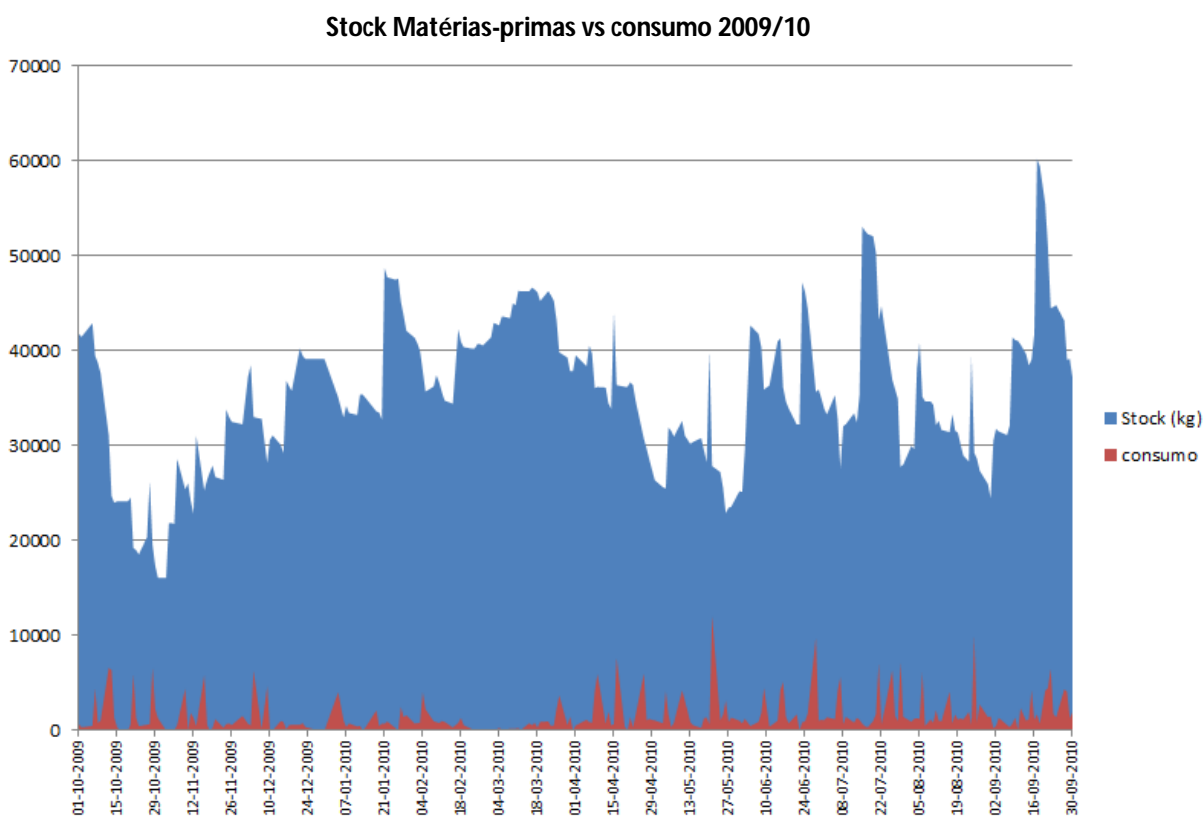


Gráfico 10 - Stock Aditivos vs Consumos 2009/10

Tal como no dimensionamento do supermercado de produtos acabados, também se procedeu ao cálculo do coeficiente de variação (CoV) relativamente a média de consumos diários, gráfico 11.

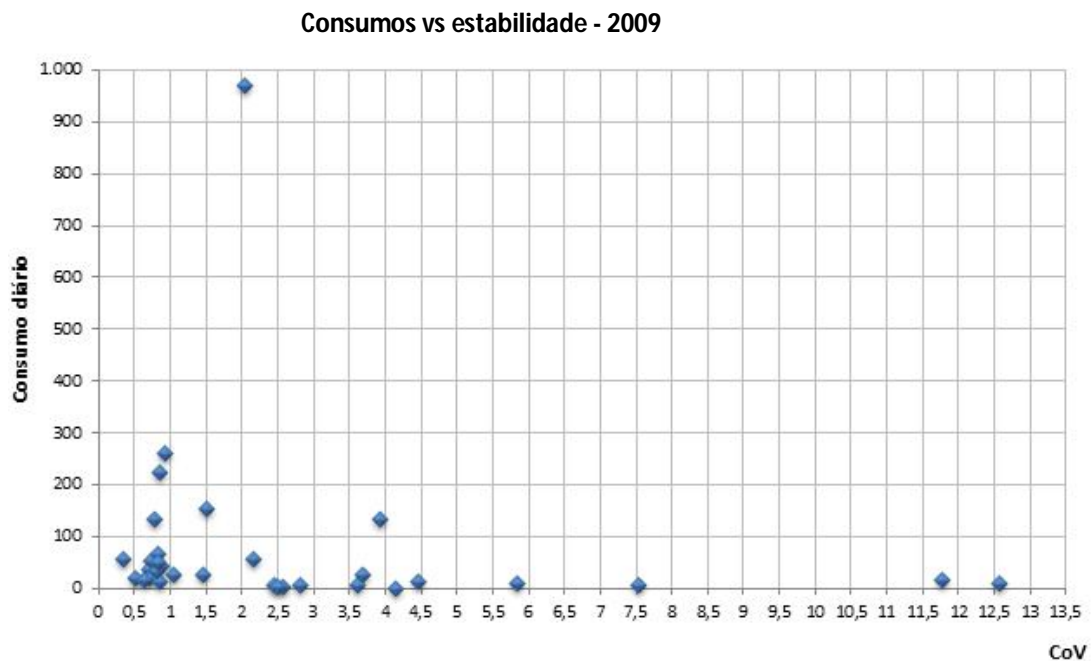


Gráfico 11 - Coeficiente de variação MP's

As matérias-primas com CoV superior a 3,0 não foram incluídas no supermercado de MP, pois são MP's de baixo consumo e lote de compra elevado.

Na fase de implementação do supermercado de matérias-primas, 4º trimestre de 2009 e 1º trimestre de 2010, os dias e valor de stock eram em média de 29 dias e 76.500€, gráfico 12.

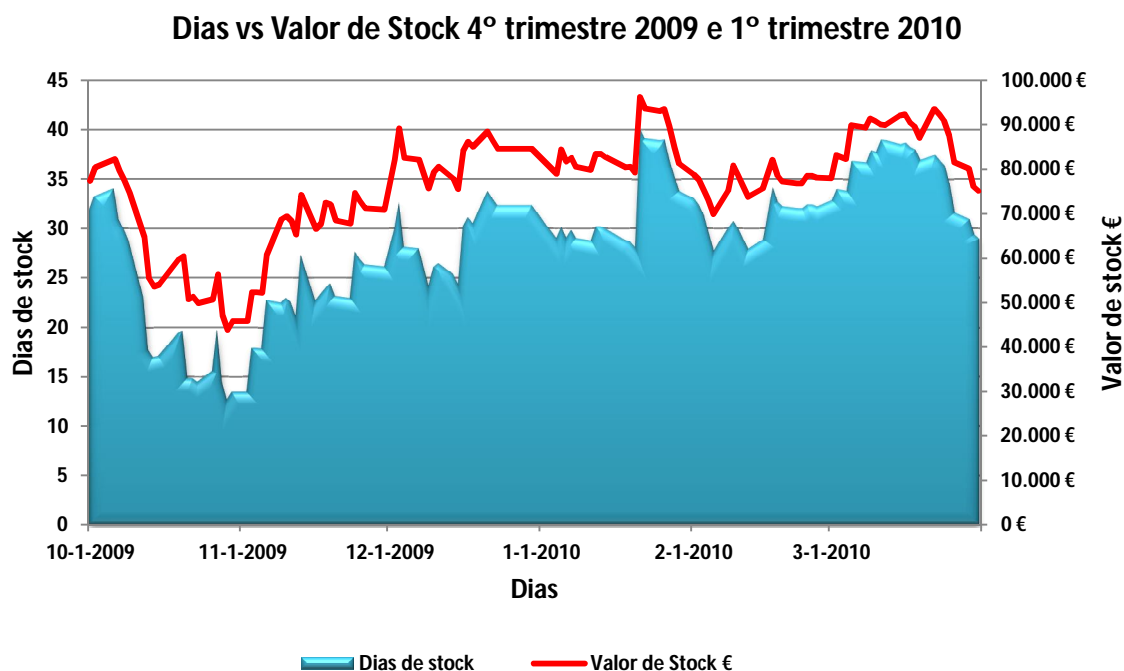


Gráfico 12 – Dias e valor de stock matérias-primas 4º trimestre 2009 e 1º trimestre 2010

Numa fase inicial o dimensionamento do supermercado das matérias-primas foi realizado através da criação de um ficheiro Excel e a gestão das matérias-primas era realizada a partir desse mesmo ficheiro, após verificação da estabilidade do dimensionamento, passou-se à implementação do supermercado de matérias-primas aditivos, o Super Amarelo, com kanbans e definição dos locais para cada matéria-prima.

Na construção do ficheiro Excel teve-se em consideração:

- Os consumos Acumulados dos últimos 12 meses;
- Lote de compra da MP;
- Valor de arredondamento do lote de compra;
- Tempo de entrega do fornecedor.

Com a informação acima descrita, calculou-se o stock pulmão, stock de segurança e ponto de disparo. Tal como o supermercado de produto acabado, este supermercado de MP também é actualizado de três em três meses.

A partir do stock e consumos, calculou-se os dias de stock, variação e média, figura 32.

Consumos Acum. 12 meses								
MP	Stock	Stock (Dias)	último mês	% Variação	Min	Máx	Média	Acum. 12 meses
MP 1	290	27						
MP 2	656	85						
MP 3	739	114						
MP 4	126	8						
MP 5	1.941	15						
MP 7	607	31						
MP 8	609	18						
MP 9	2.547	39						
MP 10	934	15						
MP 11	726	34						
MP 12	3.612	38						
MP 13	813	14						
MP 14	882	54						
MP 15	7	1						
MP 16	790	17						
MP 17	1.879	39						

Figura 32 – Cálculo dias de stock Aditivos (exemplo de algumas MP's)

De seguida, tendo em conta o tempo de entrega do fornecedor calculou-se o tempo de entrega em quilogramas da seguinte forma:

$$\text{Tempo de entrega (Kg)} = \text{Tempo de entrega} \times \text{média diária de consumo}$$

O stock pulmão e de segurança foram calculados da mesma forma que o no supermercado de produto acabado, tabela 1, desta forma obteve-se:

Supermercado MPE's Linha de Pastas

MP	Tempo de entrega dias úteis	Tempo de entrega (kg)	Stock pulmão	Stock segurança	Info			Semáforo
					Ponto disparo	Pd(kg)		
MP 1	15	160	75	75	310	300kg	300,0	
MP 2	20	155	50	50	255	250kg	250,0	
MP 3	20	130	50	50	230	200kg	8,0	
MP 4	10	150	20	20	190	200kg	200,0	
MP 5	5	641	150	150	941	1800kg	1.800,0	
MP 7	15	289	55	55	399	330kg	330,0	
MP 8	15	513	130	130	773	780kg	780,0	
MP 9	60	3.894	300	300	4.494	3000kg	3.000,0	
MP 10	15	908	150	150	1.208	950kg	950,0	
MP 11	10	211	165	165	541	550kg	550,0	
MP 12	15	1.431	500	500	2.431	2000kg	2.000,0	
MP 13	15	854	250	250	1.354	1100kg	1.100,0	
MP 14	15	244	100	100	444	390kg	390,0	
MP 15	15	67	50	50	167	180kg	180,0	
MP 16	15	713	300	300	1.313	1360kg	1.360,0	
MP 17	20	955	250	250	1.455	1800kg	1.800,0	

Figura 33 – Stock pulmão, segurança e ponto de disparo aditivos (exemplo de algumas MP's)

No documento de Excel, foi criado um semáforo, as cores indicam:

- Verde: produto disponível para consumo;
- Amarelo: ponto de disparo foi accionado, colocar pedido ao fornecedor, de acordo com lote de compra;
- Vermelho: stock disponível inferior ao tempo de entrega, risco de ruptura de stock.

Após verificada a estabilidade do documento, partiu-se para a implementação do supermercado no terreno, desta forma e envolvendo os operadores da linha foram definidos os locais para cada MP, de acordo com o lote de compra e ponto de disparo, os operadores chamaram ao supermercado de MP, o Super Amarelo. As MP's são consumidas pelo sistema FIFO, o kanban é colocado pelo condutor fim de linha após análise da MP pelo laboratório.

O kanban é em todo semelhante ao kanban de produto acabado com a diferença que aparece a informação relativa à MP, figura 34.

O formulário 'KANBAN - MP's' da Weber apresenta os seguintes campos:

- 1) Nome da MP
- 2) Linha de produção (exemplo: AV Pastas)
- 3) Ponto de disparo
- 4) Tempo de reposição
- 5) Lote de compra
- 6) Data do disparo

Figura 34 – Kanban MP

- 1) Nome da MP;
- 2) Linha de produção no qual é consumido;
- 3) Ponto de disparo;
- 4) Tempo de reposição em dias;
- 5) Lote de compra;
- 6) Data do ponto de disparo.

Quando o *kanban* dispara este é entregue ao departamento de logística, depois de colocado o pedido ao fornecedor, o departamento de logística coloca o *kanban* na linha de pastas e a quando da recepção da encomenda o condutor de fim de linha das pastas coloca o *kanban* de acordo com o ponto de disparo.

Com a implementação do supermercado de MP, os dias de stock reduziram cerca 38%, actualmente os dias de stock são 18 dias e o seu valor médio é de 72.000€, menos 6%.

Dias vs Valor de stock 1º trimestre 2012

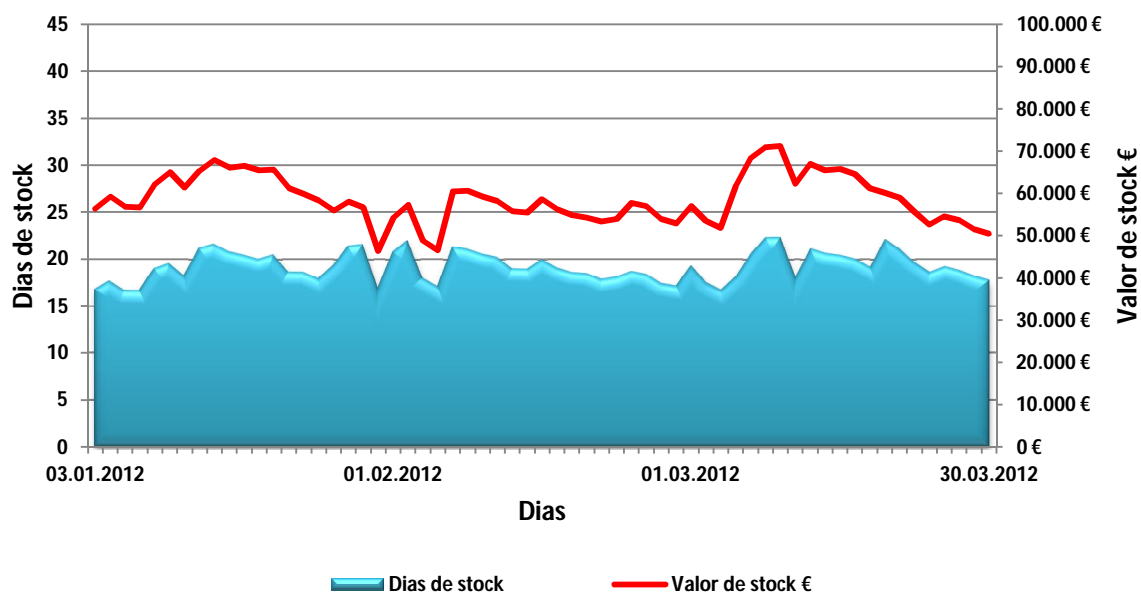


Gráfico 13 – Dias e valor de stock 1º trimestre 2012

De notar que nos últimos anos se têm verificado um aumento significativo nas matérias-primas, em alguns casos superiores a 100%, gráfico 14, logo a redução do valor de stock em 6% é um resultado positivo, tendo em conta ainda que em alguns casos não foi possível a redução dos lotes de compra.

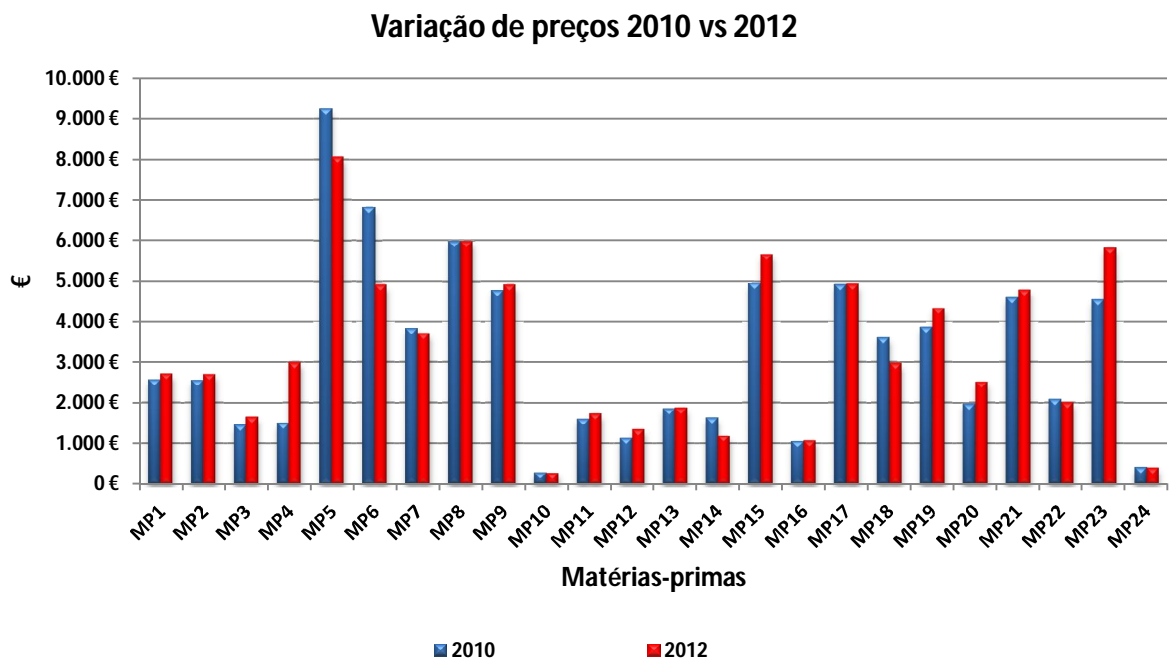


Gráfico 14 – Variação de preço entre 2010 e 2012

Outra vantagem da implementação do supermercado de MP, foi a organização do espaço de stockagem, como as MP estão sempre no mesmo local e organizadas é mais intuitivo para os operadores saberem a localização das mesmas, logo perdem menos tempo à procura das MP's, a organização do espaço das MP foi realizada através de uma acção 5S.

3.7. Resultados obtidos

A quando do início da implementação da filosofia lean na linha de pastas, os principais objectivos eram:

- Aumento da produtividade;
- Eliminação dos desperdícios;
- Redução de stocks de produto acabado e matérias-primas;

De acordo com o gráfico 15, podemos verificar que a média da produtividade no ano de 2011 está um pouco acima dos objectivos definidos. Nos meses de Janeiro a Maio a linha esteve abaixo do objectivo por causa da colocação da segunda balança de maioritários e

dos tapetes novos de acondicionamento, os equipamentos novos ainda não estavam estabilizados daí a quebra na produtividade. No mês de Setembro voltamos a ter problemas nos tapetes novos. Na realização do VSM estado actual 2012, este problema está identificado e está em curso uma acção de melhoria para o posto de trabalho em causa.

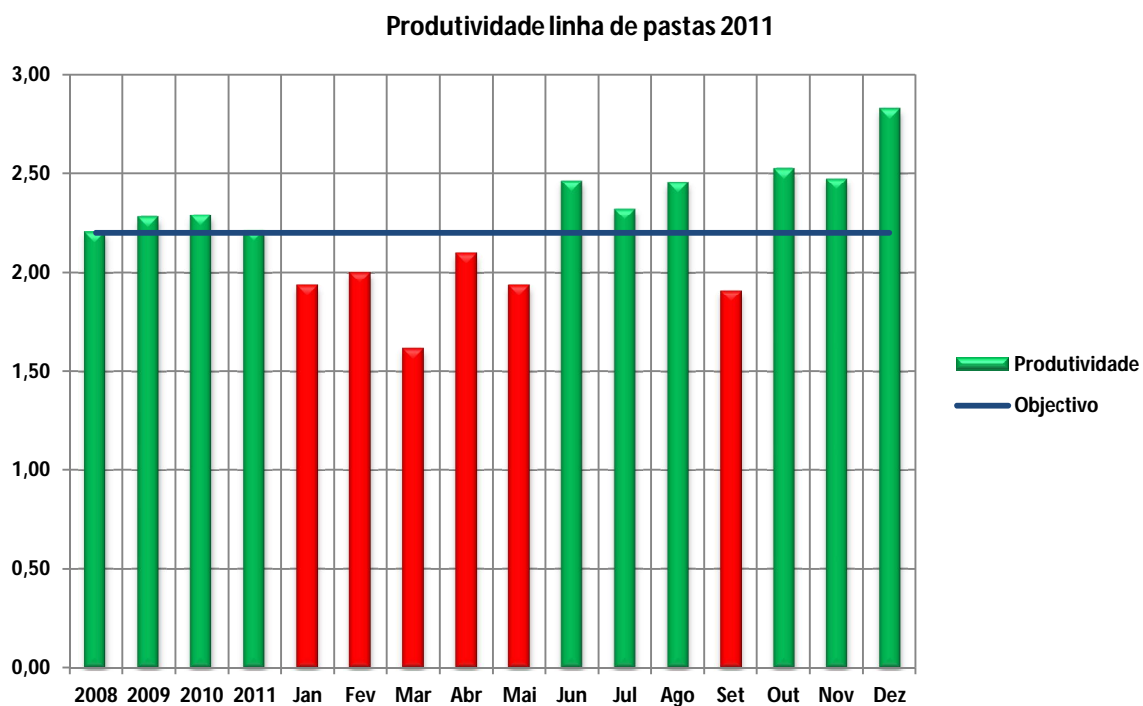


Gráfico 15 – Produtividade linha de pastas 2011

Para além da produtividade, no gráfico 16 podemos ver que o lote de produção baixou relativamente à média mensal do ano de 2009.

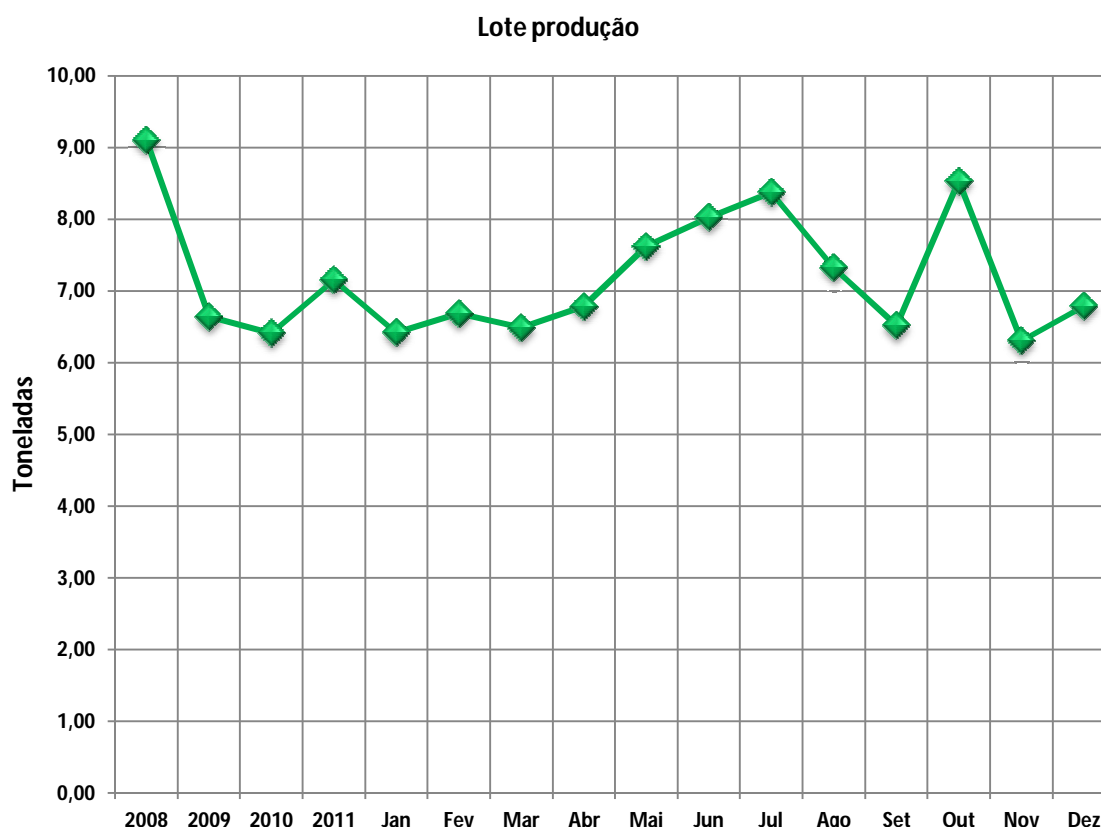


Gráfico 16 – Lote de produção

A redução do lote de produção foi um dos vários impactos que a implementação do sistema puxado teve, este permitiu um aumento e equilíbrio na produtividade, pois com a redução do lote de produção foi possível trazer à superfície quais os desperdícios que existiam na linha de pastas.

No VSM realizado em 2008, anexo 1, foram identificados alguns desperdícios como referidos no ponto 3.5.2. em conjunto do a implementação do sistema puxado foi possível realizar acções que permitiram a eliminação e/ou redução dos mesmos.

O sistema puxado teve um papel fundamental para a eliminação do desperdício, excesso de produção, a partir do momento em que a produção é planeada de acordo com a procura o stock de produto acabado baixou. Para além da redução dos dias e valor de stock, a implementação dos supermercados também permitiu uma melhor organização do espaço de armazenagem, quer de produto acabado quer de MP's, garantindo também que os mesmos trabalham no sistema FIFO. Esta organização dos supermercados

permitiu a redução de trabalho e movimentos desnecessários, tempos de espera e transportes e movimentações. Outro facto importante é que com a implementação do supermercado de produtos acabados as rupturas de stock passaram a ser praticamente inexistentes, quando ocorriam eram devidas à ruptura de stocks de MPE's ou picos muito elevados de vendas num determinado momento. Desta forma podemos dizer que o nivelamento da produção foi obtido.

O trabalho padronizado e a aposta na formação e na polivalência dos postos de trabalho, permitiu não só aumentos de produtividade e redução de tempos de espera, mas mais importante ainda foi a redução de defeitos, no gráfico 17 podemos ver a evolução do produto não conforme ao longo dos anos, de frisar que o aumento de vendas no ano de 2010 foi de 19% e no ano de 2011 foi de 2%, ou seja, mais produções e menos desperdícios.

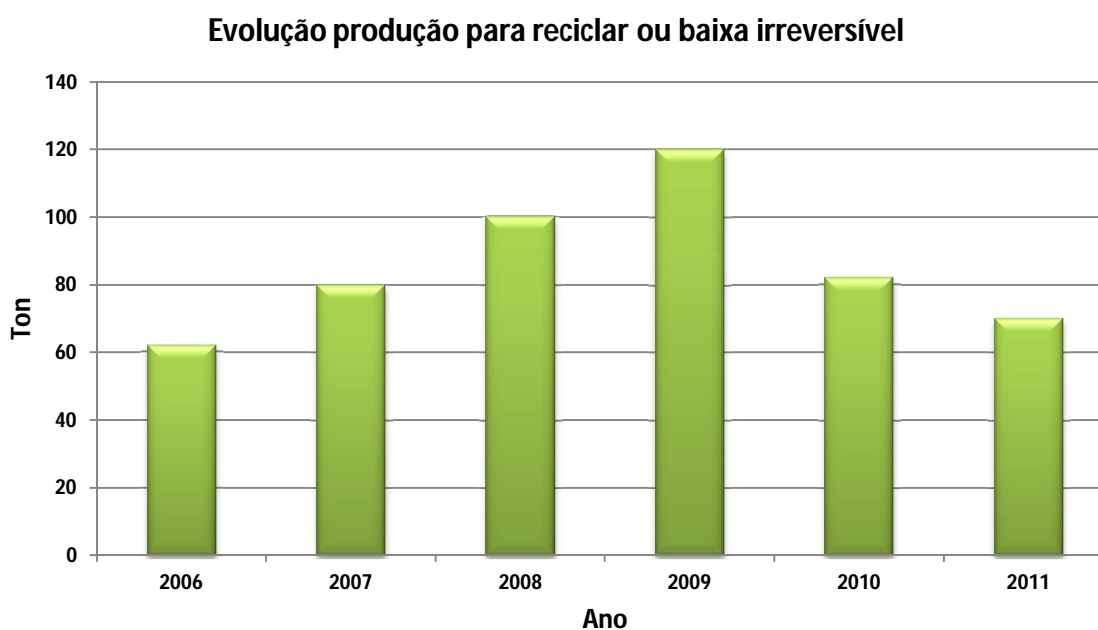


Gráfico 17 – Evolução produto não conforme

A eliminação dos desperdícios é um processo contínuo, os 5S foram e continuam a ser implementados de forma a eliminar os desperdícios relacionados com movimentação.

A implementação dos princípios *lean* na área piloto da linha de pastas foi e continua a ser, uma jornada com desafios diários.

Os resultados obtidos até ao momento têm sido muito positivos, relativamente aos objectivos definidos a quando do início da implementação do *lean* estes foram claramente atingidos.

4. Conclusão

O principal desafio encontrado para a implementação da filosofia *lean*, prendeu-se com o envolvimento das pessoas. Muitas vezes as pessoas ficam resistentes à mudança e criam barreiras à sua volta dificultando a implementação de novas metodologias. A realidade é que no início da implementação deste projecto havia muitos cépticos quanto aos resultados que podíamos obter, mas ao longo do tempo, e cumprindo o que nos diz a filosofia *lean*, relativamente ao envolvimento das pessoas, estas sentiram que as suas opiniões e ideias eram ouvidas mas sobre tudo aplicadas, e com isso o envolvimento das pessoas tornou-se mais fácil e espontâneo.

Ainda é possível fazer mais relativamente à redução dos dias de stock de produto acabado e matérias-primas, daí a importância que a actualização dos stocks de segurança e pulmão bem como o ponto de disparo seja efectuado com alguma regularidade.

A implementação da filosofia *lean* é um desafio que continua, os resultados obtidos não teriam sido possíveis sem o envolvimento dos operadores da linha de pastas e coordenador WCM, é uma batalha diária que a linha pertente continuar a travar, pois as melhorias são visíveis para todos os intervenientes.

Actualmente iniciou-se a implementação dos princípios *lean thinking* na linha de produção de pós em Aveiro, na qual esperamos que os resultados obtidos sejam similares aos obtidos na linha de pastas.

Bibliografia

Araújo, L., Rentes, A., *Nivelamento de capacidade de produção em sistema híbrido de coordenação de ordens de produção*, XXX Encontro nacional de engenharia de produção, 2010.

Barreiro, Nelson, *Implementação do Lean Manufacturing na Cerâmica Utilitária e Decorativa – Estudo de caso*, Universidade de Aveiro, 2010.

Cadioli, Luiz P., Perlatto, Leonardo, *Mapeamento do fluxo de valor: uma ferramenta da produção enxuta*, Anuário da Produção Académica Docente, Vol. II, n.º 3 ano 2008.

Hines, P. e Rich, N., *The seven value stream mapping tools*, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 17 n.º 1, University Press, 1997.

Lasa, I.S., Laburu, C.O., Vila, R.C., *An evaluation of the value stream mapping tool*, Business Process Management Journal, Vol. 14 n.º 1, 2008.

Liker, J. e Meier, D., *The Toyota way – 14 management principles the world's greatest manufacturer*, McGraw-Hill, 2004.

Liker, J. e Meier, D., *The Toyota Way Field book: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4P's*, New York, McGraw-Hill, 2006.

Maia, Laura C., Alves, Anabela C., Leão, Celina P., *Metodologias para implementar Lean Production: Uma revisão critica de literatura*, Universidade do Minho, 2011.

Monden, Y. *Toyota Production System. Industrial Engineering and Management*, 3ª edição, Press Norcross Georgia, 1983.

Pinto, João Paulo, *Lean Thinking criar valor eliminando o desperdício*, comunidade Lean Thinking, 2008

Pinto, João Paulo, *Lean Thinking glossário de termos acrónimos*, comunidade Lean Thinking, 2008.

Rother, M. e Shook, J., *Aprendendo a Enxergar – Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício*. São Paulo, Lean Institute, 2003.

Shingo, S., *Study of Toyota Production System*. Productivity Press, 1981

Singh, B. e Sharma, S.K., *Value stream mapping as a versatile tool for lean implementation: an Indian case study of a manufacturing firm*, *Measuring business excellence*, vol 13, n.º 3, 2009.

Smalley, Art, *Connecting Assembly with Batch Processes Via Basic Pull Systems*, Lean Enterprise Institute, 2004.

Silva, Clarice F., Zilbovicius, Mauro, Pedro, Márcia S., Azevedo, Mauro P., Polo, Edison, *Lean thinking nas EPP's (Empresas de pequeno porte) do segmento do vestuário*, 2008

Womack, J. P. e Jones, D. T. *Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, London: Simon & Schuster, 2003.

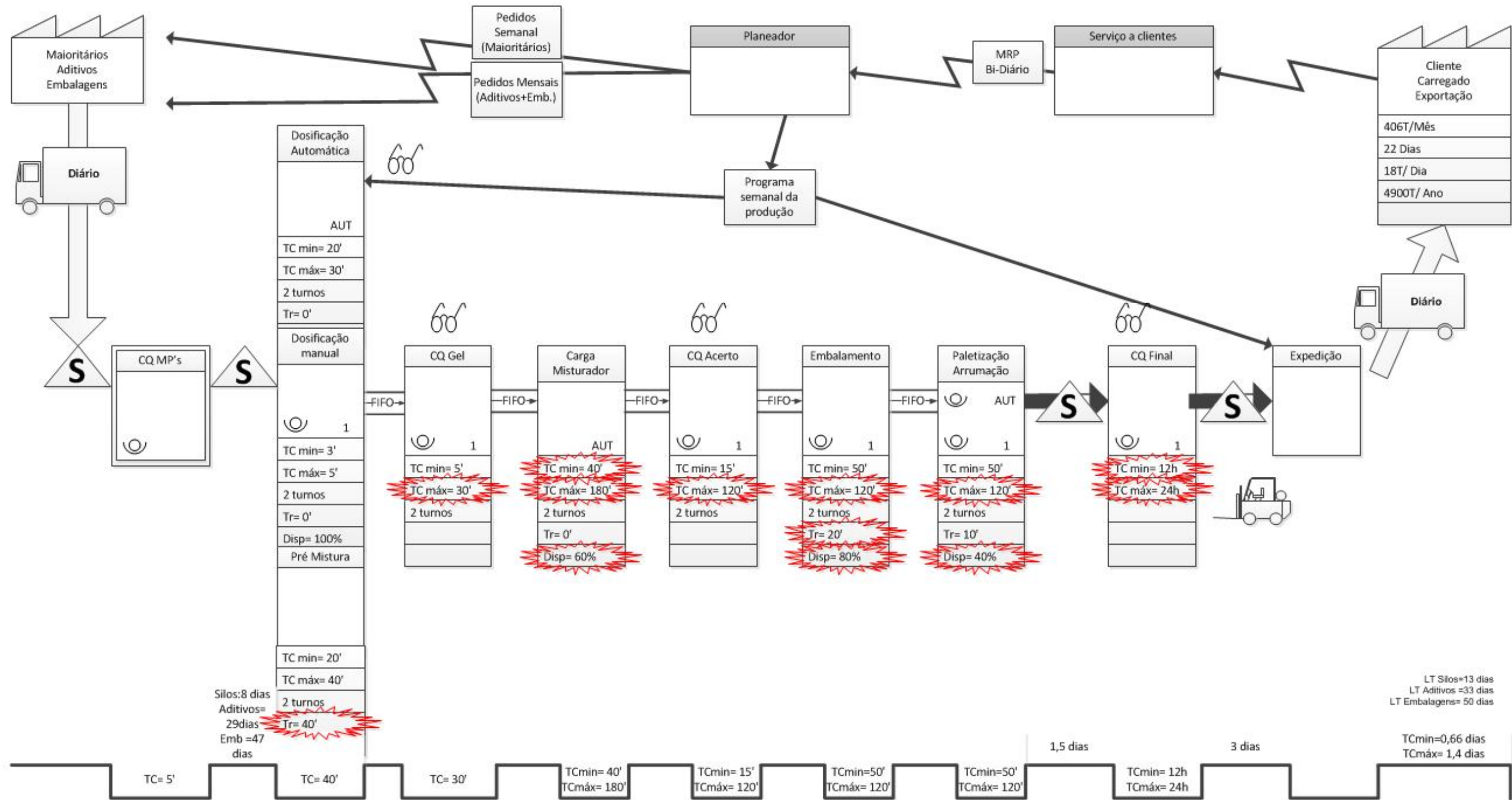
Womack, James P. e Jones, Daniel T., *Lean Thinking*, Free press, 2003.

Womack, James P., Jones, Daniel T. e Ross, Daniel, *The machine that changed the world: The Story of Lean Production*, Rawson Associates, New York, 1990.

Anexos

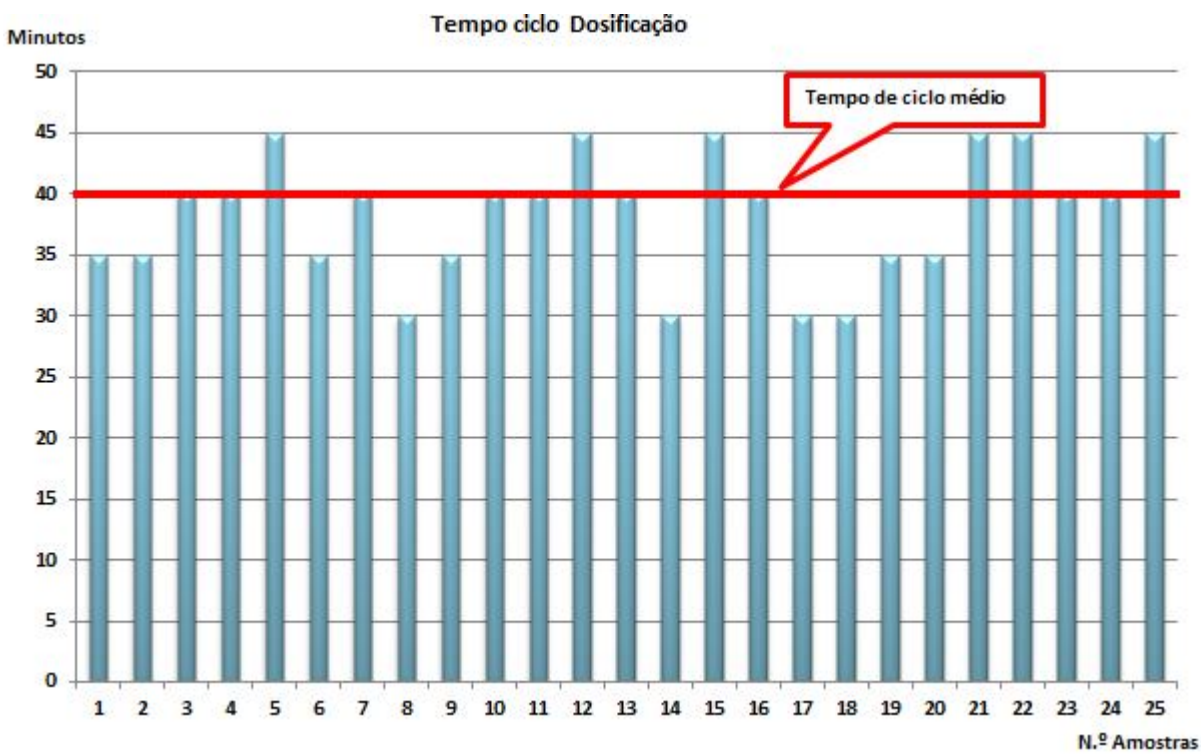
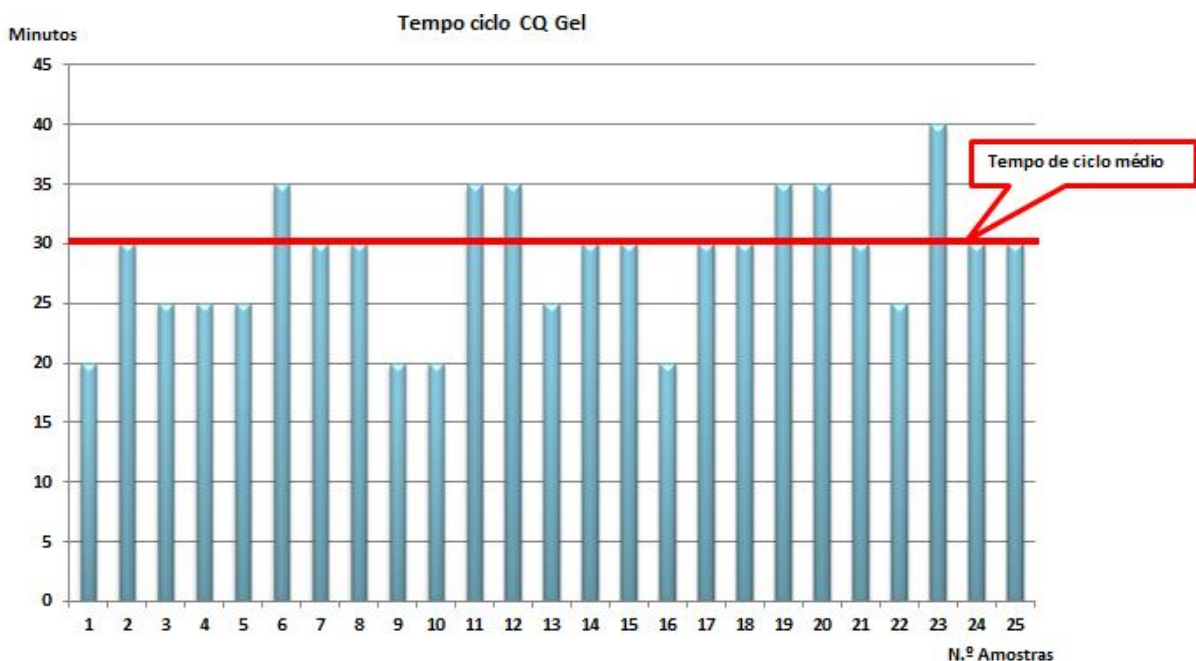
Anexo 1

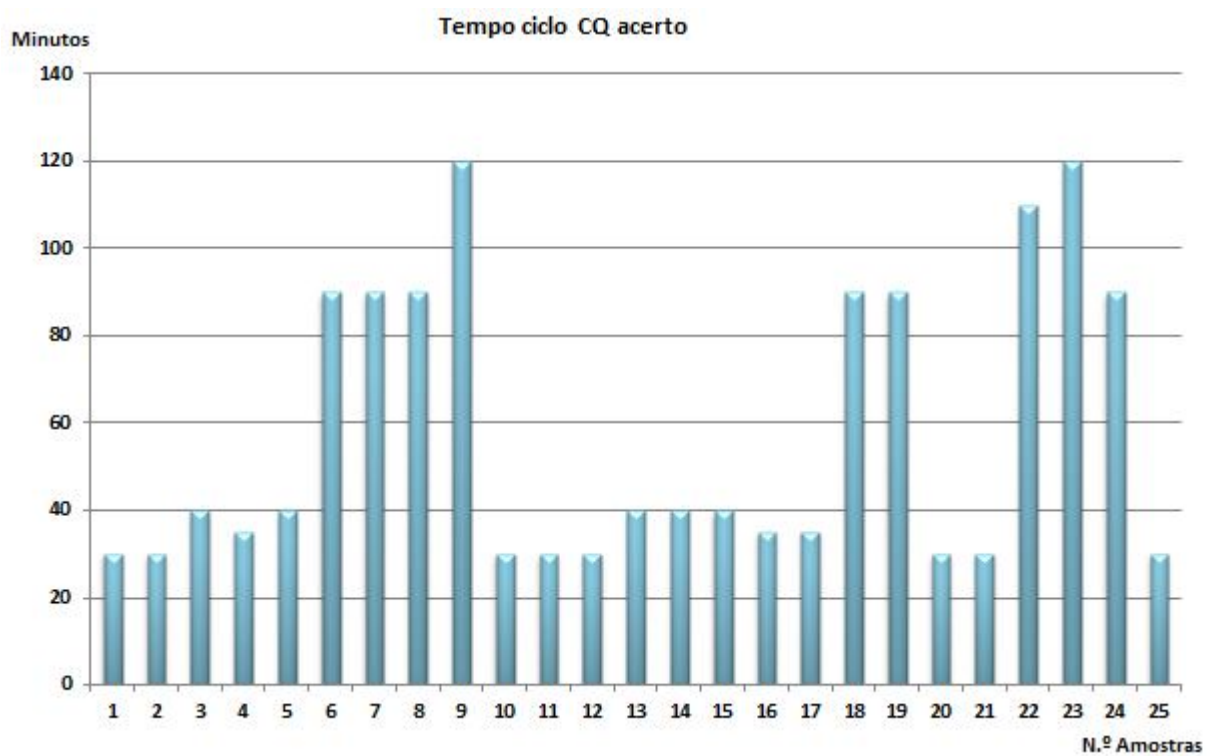
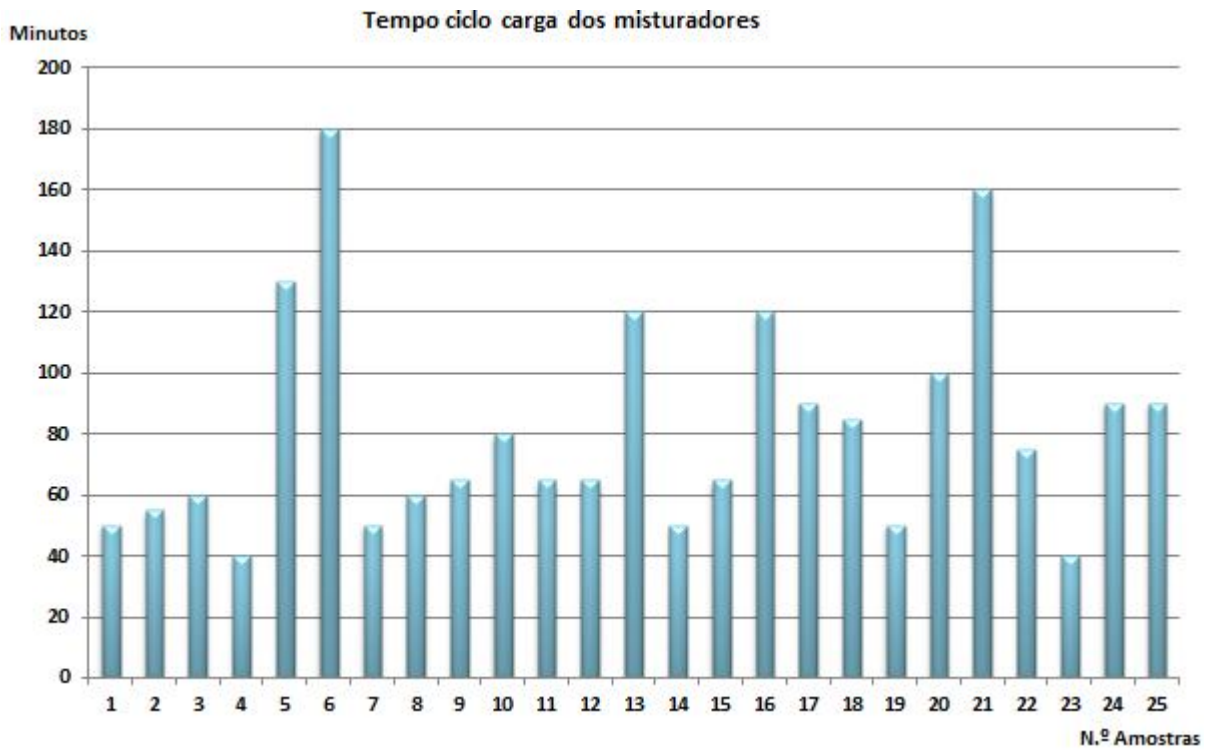
Mapeamento do fluxo de valor Estado actual – Linha de pastas

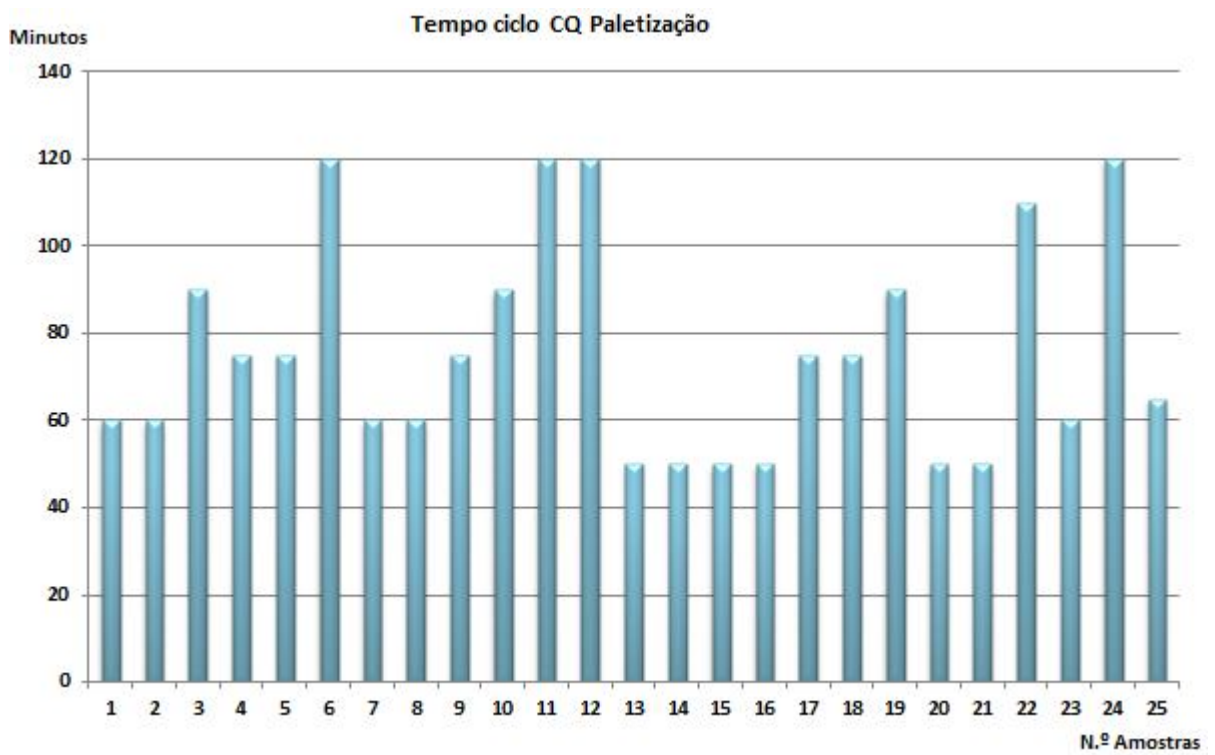
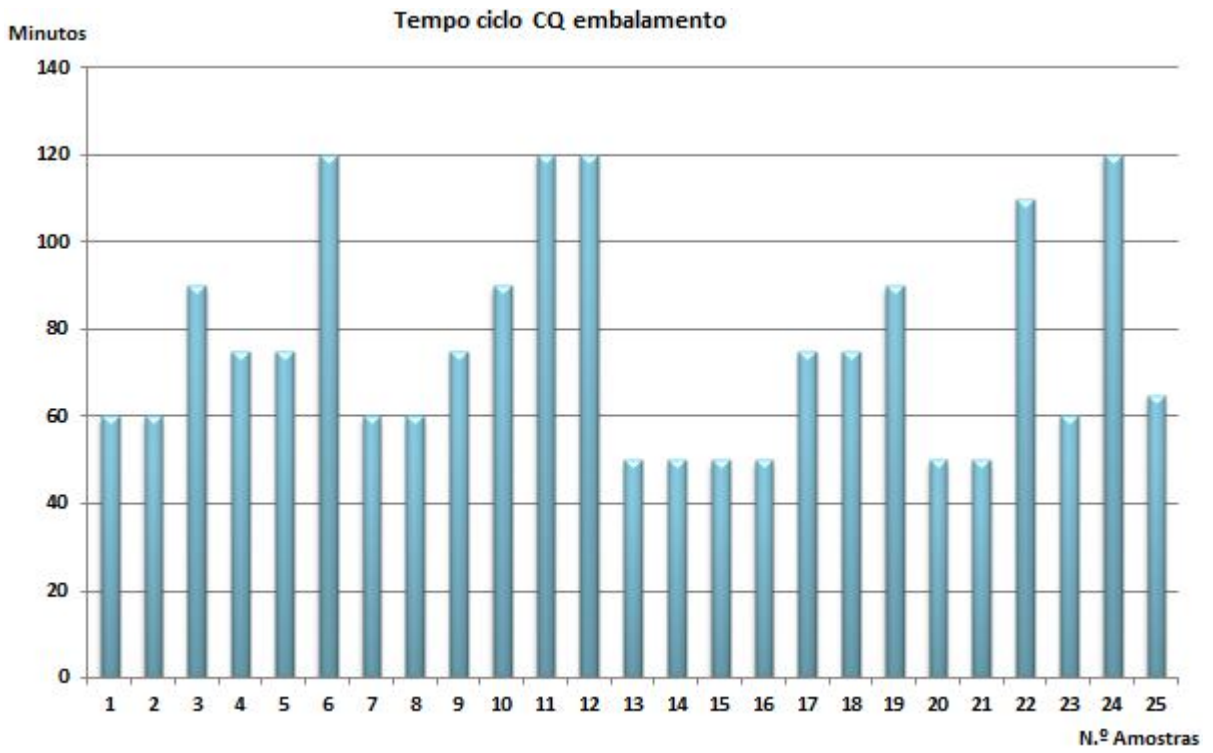


Anexo 2

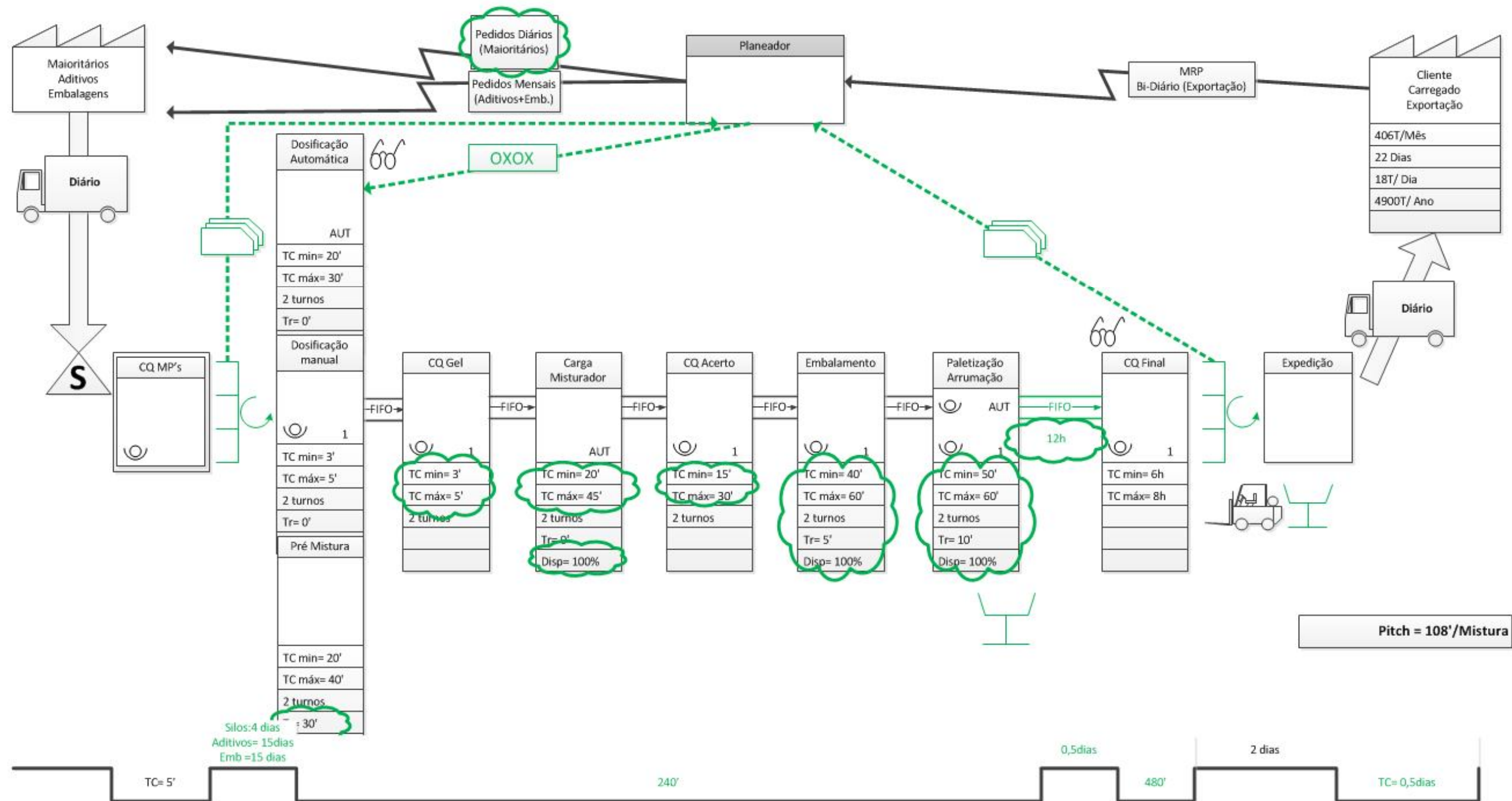
Gráficos tempos de ciclo estado actual 2008







Anexo 3



Anexo 4

KAIZEN-Em Curso

World Class Manufacturing
MOD.WCM.009 / 00

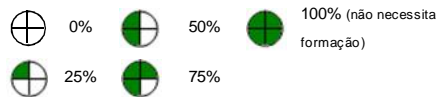


Tipo Círculo Kaizen		Título Setup Linha de Pastas	
Equipa		Data 17-07-2009	
António Faustino; Hugo Ferreira; Pedro Sequeira; Sofia Almeida		Área Pastas / Aveiro	
Qual dos 7 Desperdícios esta sugestão reduz? <input checked="" type="checkbox"/> Movimentação <input checked="" type="checkbox"/> Espera <input type="checkbox"/> Transporte <input checked="" type="checkbox"/> Processamento Desnecessário <input type="checkbox"/> Produção em Excesso <input type="checkbox"/> Correções <input type="checkbox"/> Stock			
Melhorias ao Nível de: <input type="checkbox"/> Segurança <input checked="" type="checkbox"/> Ergonomia <input type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Qualidade <input checked="" type="checkbox"/> Produtividade <input checked="" type="checkbox"/> Redução de Custo <input type="checkbox"/> Outros			
Status: <input checked="" type="checkbox"/> Em Implementação <input type="checkbox"/> Em Acompanhamento de Resultados <input type="checkbox"/> Concluído			
Situação Inicial ou Actual		Situação Final ou Proposta	
<p>Mix Produtos</p> <p>Tempo de Setup por mês</p>		<p>Tempo de Setup por mês</p>	
Descrição / Efeitos Acções: -Tubo de Saída de água ; Adquirir tubo mais leve, mais fácil de lavar e flexível -Encontrar sistema de fixação fácil para o Tubo de saída de água. -Criação de Rede de pressão de água até à plataforma. -Definir localizações acessíveis para tubo e ferramenta. -Padronizar as tarefas. Objectivos: -Ser necessária apenas 1 operador para preparar o Setup; -Redução do tempo de limpeza de 60 minutos para 20 minutos por setup.			



Anexo 5



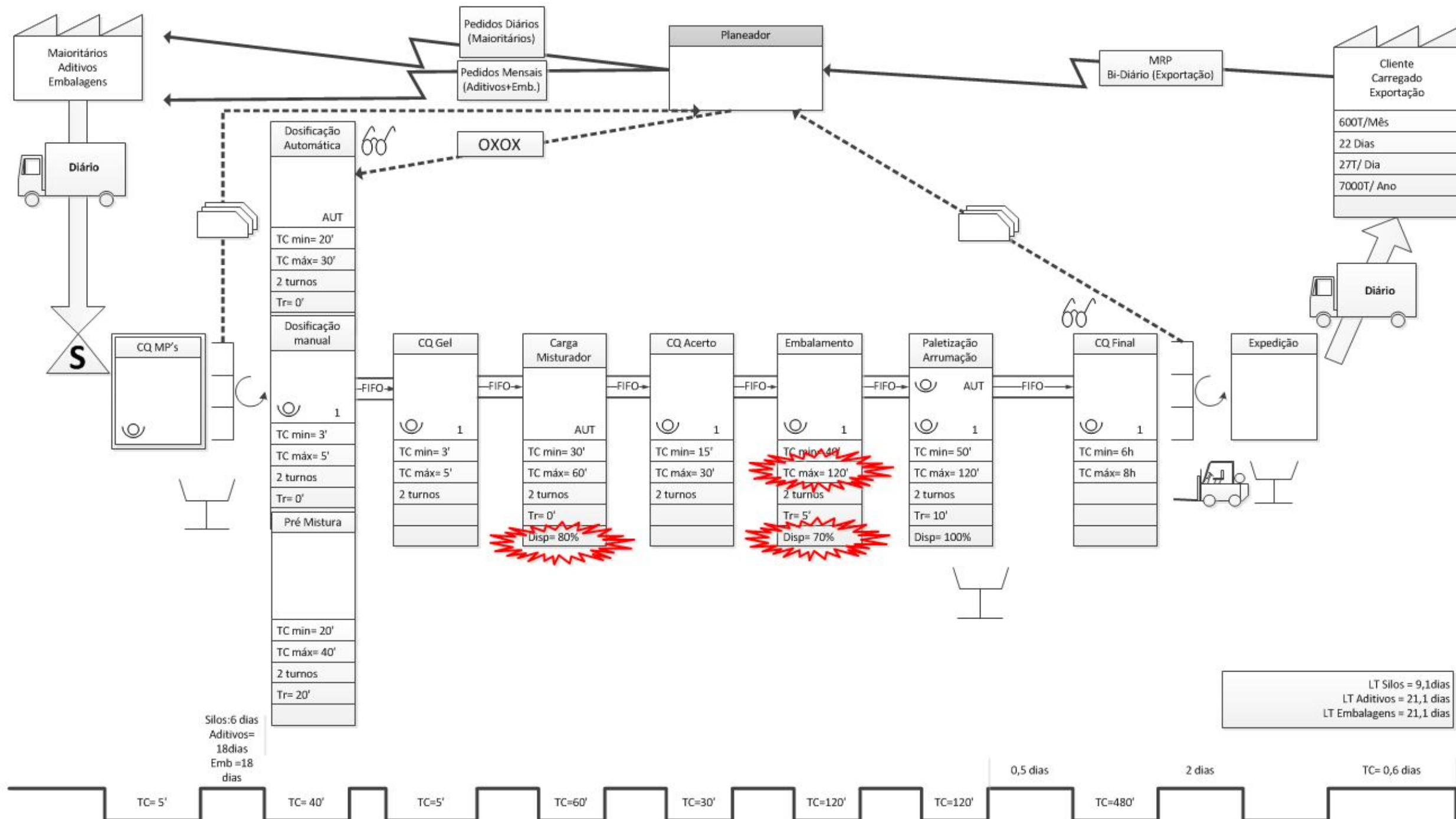
Área: Av - Pastas		Responsável: Sofia Almeida								Data de Início (A): Agosto 2009							
Instrução de Trabalho ou Procedimento	Afinador - MALT				Dosificador/ Líder				Acondicionador				Condutor Final de Linha		Avaliação da Eficácia da Formação (Eficaz/Não Eficaz)	Observações	
	IT.PdMalt.002 - Setup máquina de Afinação de Cor	IT.PdMalt.003 - Processo de Afinação de Cor	IT.PdMalt.004 - Etiquetadora	IT.PdMalt.006 - Amostras	IT.PD.PST.01 - Produção de Pastas	IT.PD.PST.02 - Doseamento de minoritários	IT.PD.PST.04 - Doseamento de Cargas Maioitárias	IT.PD.PST.05 - Acondicionamento	IT.PD.PST.06 - Entrada Matérias Primas em Stock	IT.PdPst.007 - Funcionamento do paleizador (pastas)							
Colaboradores	António Valente	75%	75%	100%	75%	75%	75%	100%					75%	75%			
	Eduardo Silva	75%	75%	100%	75%	75%	75%	100%					75%	75%			
	Fernando Barbosa	75%	75%	100%	75%	75%	75%	100%					75%	75%			
	Hugo Ferreira	75%	75%	100%	75%	75%	75%	100%					75%	75%			
	Jorge Almeida	75%	75%	100%	75%	75%	75%	100%					75%	75%			
	Mariana Lavoura	75%	75%	75%	75%	0%	0%	0%	75%					75%	75%		
	Miguel Cardozo	75%	75%	100%	75%	75%	75%	100%					75%	75%			
Previsão do Tempo de Formação (Horas)		16h	16h	8h	16h	48h	16h	8h	16h				16h	24h			
Resultado da Formação	A + 3 Meses															Observação Final:	
	A + 6 Meses																
	A + 9 Meses																



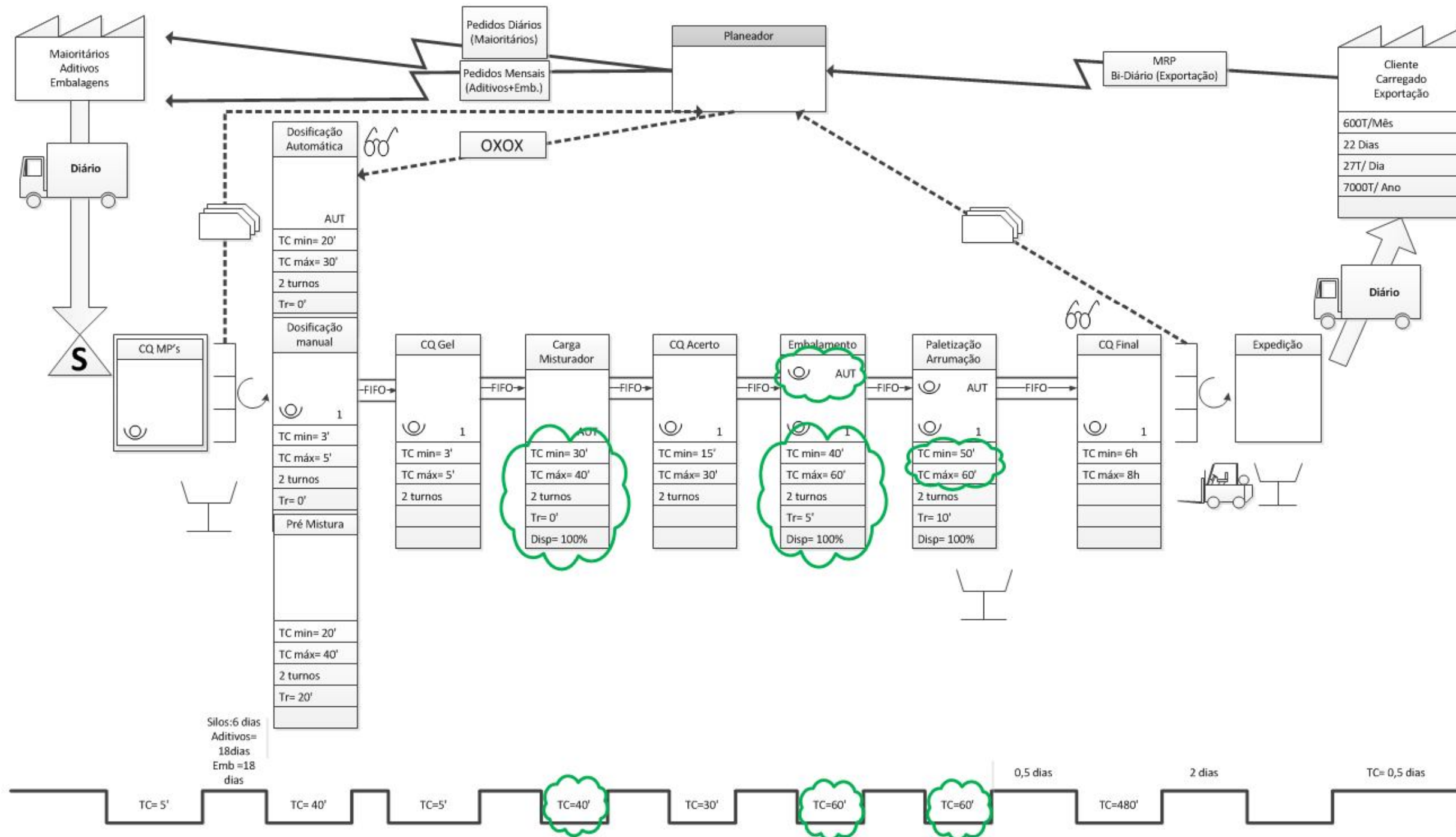
A avaliação de Formação Eficaz é obtida se nos 3 meses seguintes não forem detectados desvios ao previsto em todos os Genba Walk executados nesse período nas Operações nas quais o Operador recebeu formação.

weber SANTO GOARIN		MATRIZ DE POLIVALÊNCIA			Codificação:		Área:		Preparado por:		Iniciado em (A):		Atualizado :		 		
					MOD.WCM.004/01		Linha de Pastas		Sofia Almeida		23-03-2012		26-03-2012				
Posto:		Dosificador			Acondicionador			CFL			WCM		Capacidade			Observações	
Tarefas		Dosificador (produção de misturas)	Acerto de misturas		IT.PdPst.009 - Impressora A – Séries Plus			IT.PdPst.014 - Setup robot linha de pastas – Mudança de programa	IT.PdPst.016 - Setup envolvidora – Colocação do cover superior	IT.PdPst.017 - Setup envolvidora – Colocação do filme estrível	Resolução de Problemas (Manual resolução de problemas)	Melhoria Contínua (Manual-Quick Kaizen&Kaizen)				Necessidades Especiais	
Nº Ideal de Operadores		6	3		6			6	6	6	3	3					
Nº	Nome																
1	António Cardoso																
2	António Valente																
3	Cândido Vieira																
4	Fernando Barbosa																
5	Jorge Almeida																
6	Miguel Cardoso																
Resultados do Treino	A + 3 Meses																<p>Perito</p> <p>Competente</p> <p>Em Melhoria</p> <p>Formando</p> <p>Formador</p>
	A + 6 Meses																
	A + 9 Meses																
Diferenças	A Formar	3	1		0			3	6	0							
Observações	Modificações Futuras															<p>Completamente treinado, não necessita de supervisão. Com conhecimento sólido das normas de segurança e qualidade.</p> <p>É muito capaz para desenvolver a tarefa, necessita de vigilância mínima.</p> <p>Os operadores com este nível de conhecimento necessitam de uma supervisão apertada.</p> <p>Em formação, o operador nunca deve ser deixado sozinho a trabalhar</p> <p>Capaz de formar outros operadores de acordo com o definido nas IT's e as normas de segurança e qualidade.</p>	

Anexo 6



Anexo 7

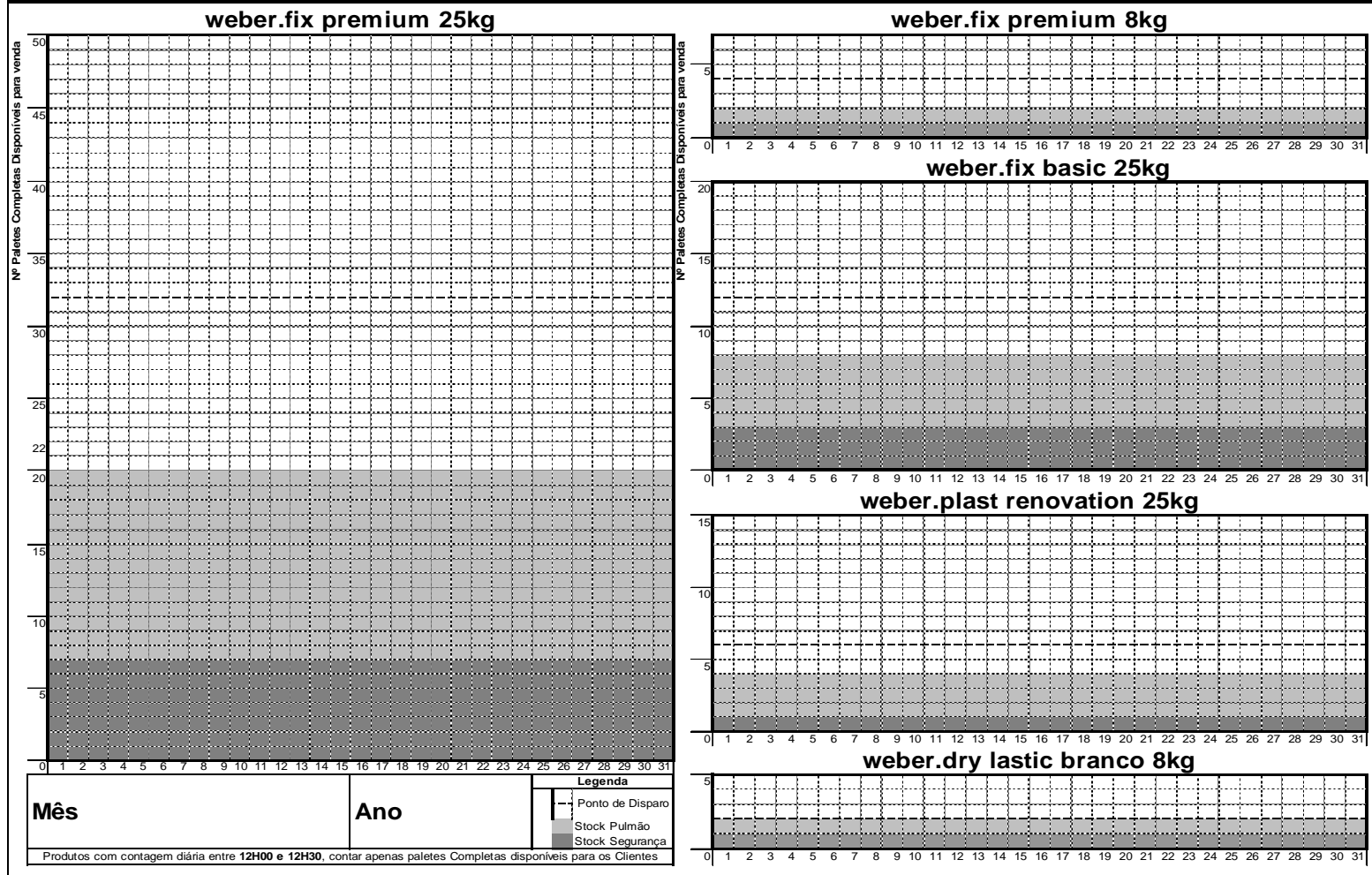


Anexo 8

Acompanhamento do Nível de Stock

World Class Manufacturing

MOD.WCM.002/00

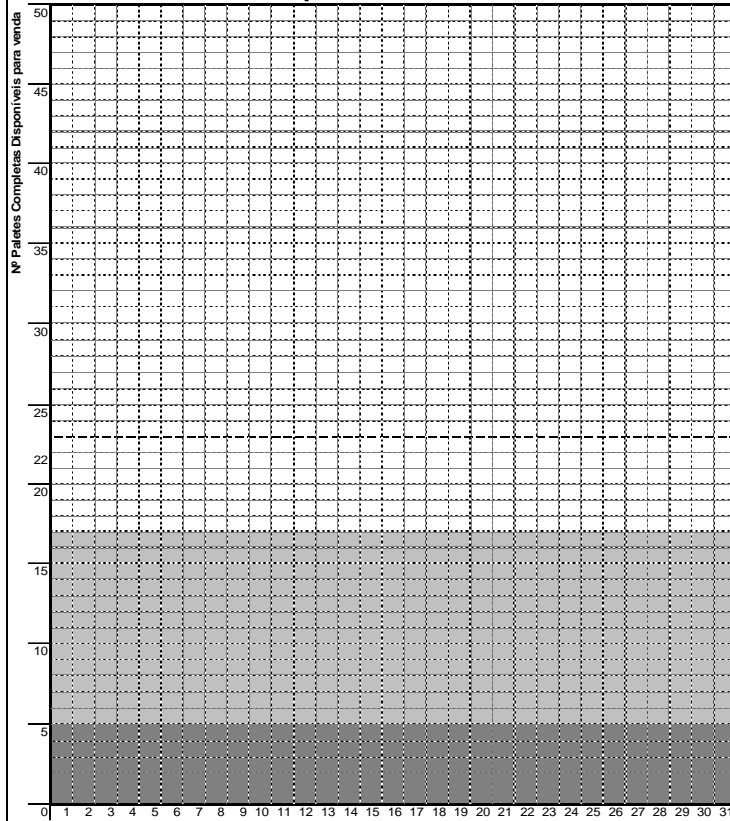


Acompanhamento do Nível de Stock

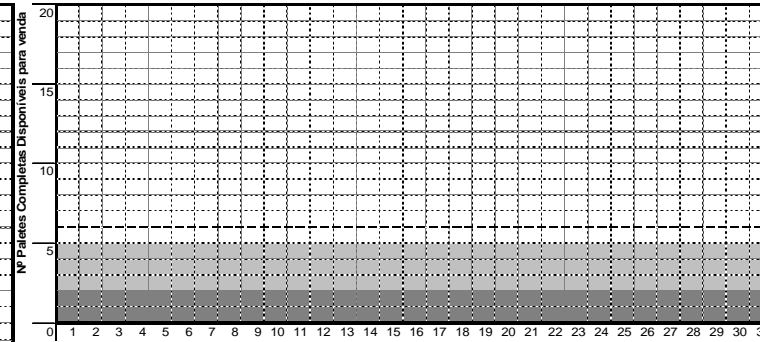
World Class Manufacturing

MOD.WCM.002/00

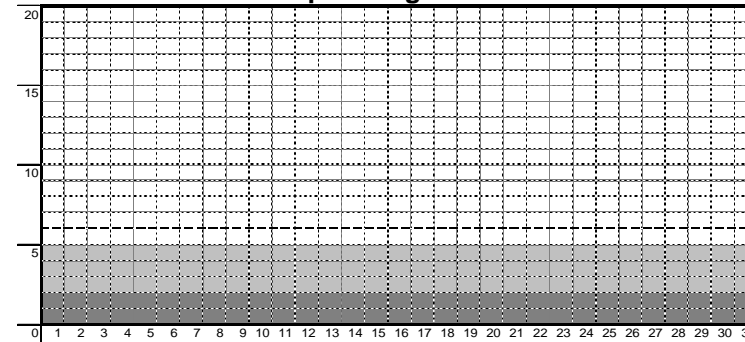
weber.plast decor M 0919



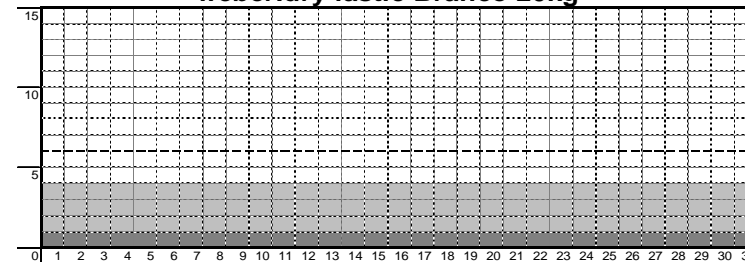
weber.plast decor F 0919



weber.prim regulador 0919



weber.dry lastic Branco 20kg



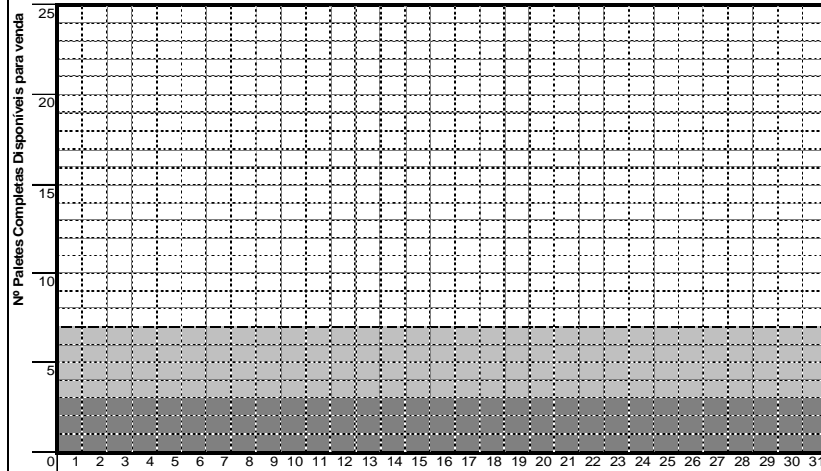
Mês	Ano	Legenda	
		Ponto de Disparo	Stock Segurança
Produtos com contagem diária entre 19H00 e 19H30, contar apenas paletes Completas disponíveis para os Clientes			

Acompanhamento do Nível de Stock

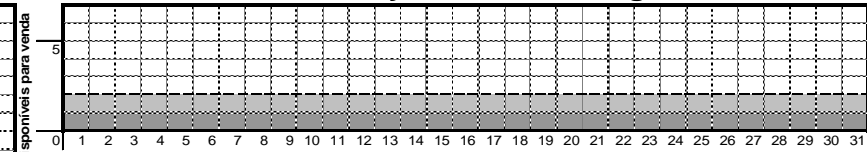
World Class Manufacturing

MOD.WCM.002/00

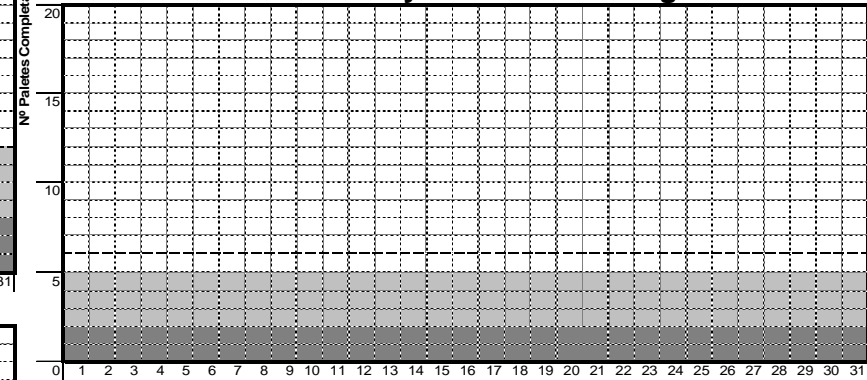
weber.plast decor M 0818



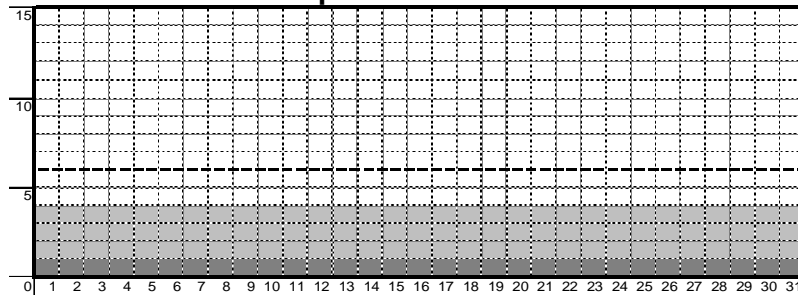
weber.dry lastic Telha 8kg



weber.dry lastic Telha 20kg



weber.plast decor M 0819



Produtos com contagem diária entre 19H00 e 19H30, contar apenas paletes Completas disponíveis para os Clientes

Mês	Ano	Legenda Ponto de Disparo Stock Pulmão Stock Segurança
Produtos com contagem diária entre 12H00 e 12H30, contar apenas paletes Completas disponíveis para os Clientes		