



**ANA JORGE DA
COSTA PEREIRA
ROSETE**

**WORLD CLASS MANUFACTURING NA WEBER
PORTUGAL: GESTÃO VISUAL, PADRONIZAÇÃO E
MELHORIA CONTÍNUA**



**ANA JORGE DA
COSTA PEREIRA
ROSETE**

**WORLD CLASS MANUFACTURING NA WEBER
PORTUGAL: GESTÃO VISUAL, PADRONIZAÇÃO E
MELHORIA CONTÍNUA)**

Relatório de projeto 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 da Doutora Maria João Machado Pires da Rosa, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof^a. Doutora Ana Maria Pinto de Moura
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof^a. Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, nomeadamente:

- à Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa pela orientação e sugestões valiosas;
- ao Engenheiro Luís Angeja pelos ensinamentos e disponibilidade total;
- à Engenheira Joana Ferreira pela disponibilidade e informação transmitida;
- a todos os colaboradores da Weber pelo acolhimento e companhia;
- à minha mãe pela paciência e à Juliana e Bárbara pela amizade e por todo o apoio durante esta fase da minha vida.

palavras-chave

World Class Manufacturing, Lean, padronização, gestão visual, melhoria contínua.

resumo

O presente relatório descreve o trabalho desenvolvido durante o estágio na Saint-Gobain Weber Portugal, no âmbito do seu programa WCM (*World Class Manufacturing*). Este programa visa instituir uma dinâmica de busca proativa pela excelência operacional, através da melhoria contínua dos seus processos, incentivando a participação ativa de todos os seus colaboradores.

O trabalho desenvolvido teve como principais objetivos adaptar a linha de Tinting de Aveiro às novas necessidades decorrentes do aumento da procura de produtos Tinting, melhorar a eficiência da linha de pastas de 2-8kg, implementada no início de 2019, e verificar o respeito pelos *standards* definidos pelo grupo Saint-Gobain para as suas empresas, mais especificamente, a implementação e utilização de quadros, nas suas áreas de produção e departamentos, como ferramenta de gestão visual para o controlo do desempenho e a melhoria contínua dos seus processos. Para a concretização destes objetivos foi essencial o uso de ferramentas *Lean*. Devido à duração limitada do estágio curricular, não foi possível implementar as ações de melhoria propostas e, portanto, não foi possível avaliar os seus impactos reais, durante este projeto.

keywords

World Class Manufacturing, Lean, standardization, visual management, continuous improvement.

abstract

The present report describes the work developed during the internship at Saint-Gobain Weber Portugal, under its WCM program (World Class Manufacturing). This WCM program establishes an active search for operational excellence, through the continuous improvement of its processes, encouraging the active participation of all its employees.

The main objectives of the work carried out were to adapt the Aveiro Tinting line to the new needs arising from the increased demand for Tinting products, the main objectives were to adapt the Aveiro line to the new needs arising from the increased demand for products, to improve the efficiency of the pasta line of 2-8kg, implemented in early 2019 and to verify the respect of the standards set by the Saint-Gobain group for its companies, more specifically, the implementation and use of boards in their production areas and departments, as a visual management tool for performance control and continuous improvement of their processes. To achieve these objectives was essential the use of Lean tools. Due to the limited duration of the internship, it was not possible to implement the proposed improvement actions and, therefore, it was not possible to assess its real impacts.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Enquadramento	1
1.2.	Apresentação da empresa.....	1
1.3.	Objetivos e metodologia	2
1.4.	Estrutura do relatório	3
2.	World Class Manufacturing (WCM).....	5
2.1.	Origem do WCM	5
2.2.	Pilares e princípios do WCM.....	6
2.3.	WCM, <i>Lean</i> , <i>6 sigma</i> e TPM.....	11
2.4.	Ferramentas e metodologias	16
2.4.1.	5S	17
2.4.2.	Gestão visual	18
2.4.3.	Diagrama de Ishikawa.....	19
2.4.4.	Diagrama de Spaghetti	20
2.4.5.	Mapeamento do fluxo de valor (VSM).....	22
2.4.6.	Relatório A3.....	25
2.4.7.	<i>Standard work</i>	27
3.	Gestão visual, padronização e melhoria contínua.....	29
3.1.	Introdução	29
3.2.	Descrição do processo produtivo das pastas.....	29
3.3.	Linha de Tinting de Aveiro.....	31
3.3.1.	Enquadramento	31
3.3.2.	Descrição do processo produtivo	32
3.3.3.	VSM do estado atual	37
3.3.4.	Análise da ocupação das máquinas e operador	43
3.3.5.	Histórico: vendas e produção	47
3.3.6.	Análise dos meses de maior procura	50
3.3.7.	Proposta e análise de soluções	52
3.4.	Linha de pastas de 2-8kg	66
3.4.1.	Enquadramento	66
3.4.2.	Descrição do processo produtivo	67
3.4.3.	Histórico: vendas e produção	69
3.4.4.	VSM do estado atual	72
3.4.5.	Diagrama de <i>Spaghetti</i> do estado atual	76

3.4.6.	Diagrama de <i>Spaghetti</i> do estado futuro	78
3.4.7.	VSM do estado futuro	79
3.4.8.	Análise de causas	79
3.4.9.	Plano de ação e acompanhamento.....	83
3.5.	Avaliação dos quadros	84
3.5.1.	Enquadramento	84
3.5.2.	Auditoria aos quadros do centro do Carregado.....	88
3.5.3.	Plano de ação e acompanhamento.....	89
4.	Conclusões e Desenvolvimentos futuros	91
	Bibliografia	95
	Anexo 1 - Relatório A3	101
	Anexo 2 - Formulário de verificação dos quadros	103

Índice de figuras

Figura 1 – Templo do WCM (adaptado de Novická et al., 2016).....	7
Figura 2 – Etapas e fases da implementação dos pilares técnicos do WCM (De Felice et al., 2013).9	
Figura 3 – Diagrama de Ishikawa genérico (Bilsel & Lin, 2012).	20
Figura 4 – Exemplo de um diagrama de Spaghetti (Allen, 2010).	21
Figura 5 – Ícones usados no mapeamento do fluxo de valor (adaptado de Rother & Shook, 1999).23	
Figura 6 – Principais etapas do VSM (adaptado de Rother & Shook, 1999).	23
Figura 7 – Fluxo geral do relatório A3 usado na resolução de problemas (Sobek & Smalley, 2008).	26
Figura 8 – Ilustração da constituição da linha de pastas de Aveiro.....	30
Figura 9 – Layout geral da linha de Tinting de Aveiro.	33
Figura 10 – a) Colocação das etiquetas; b) Retirada das tampas dos baldes.....	35
Figura 11 – Fluxograma do processo produtivo da linha de Tinting de Aveiro.....	36
Figura 12 – Fluxo de informação ente clientes, empresa e fornecedores.....	37
Figura 13 – Fluxo de informação e retirada de <i>stock</i> do supermercado.....	38
Figura 14 – Gráfico de <i>Gant</i> obtido para a produção de Weberplast decor F, referência 4057.....	39
Figura 15 – Sistema <i>pull</i> com supermercado (matéria-prima base).....	41
Figura 16 – VSM do estado atual da linha de Tinting de Aveiro.....	42
Figura 17 – Estimativa da proporção de tempo gasto pelo colaborador nas diversas tarefas.	45
Figura 18 – Estimativa da proporção de atividades com valor, sem valor mas necessárias e desperdícios (colaborador).	46
Figura 19 – Estimativa da inatividade da dosificadora.	46
Figura 20 – Estimativa da inatividade da misturadora.	47
Figura 21 – Produção de Tinting e o seu impacto nas vendas no ano de 2019.....	48
Figura 22 – Crescimento da produção na linha de Tinting (ton) de Aveiro entre 2016 a 2019.	48
Figura 23 – Histórico de produção e vendas (ton) de produtos Tinting em Aveiro entre 2018 e 2019.....	49
Figura 24 – Distribuição das vendas da produção de Tinting do Carregado.....	50
Figura 25 – Taxa de utilização da capacidade efetiva em Aveiro.....	51
Figura 26 – Taxa de utilização da capacidade efetiva no Carregado.	51
Figura 27 – Distribuição média mensal do volume de produção ao longo do dia, em 2019.....	53
Figura 28 – Prazo de entrega de produtos Tinting: situação atual e proposta.	54
Figura 29 – Produções (ton) nos meses de maior procura em 2019 e aumento esperado vs. capacidade proposta mensal com alargamento do horário de funcionamento da linha.....	56

Figura 30 – Produção mensal do Carregado (em ton) que poderia passar para Aveiro com o aumento do horário de funcionamento da linha de Aveiro.	57
Figura 31 – Produção diária nos meses de maior procura (kg) na linha de Aveiro, capacidade atual e capacidade proposta se alargarmos o horário de funcionamento em 4h.	58
Figura 32 – Produções (ton) nos meses de maior procura em 2019 e aumento esperado vs. capacidade proposta mensal com introdução de uma segunda linha.	59
Figura 33 – Produção mensal do Carregado (em ton) que poderia passar para Aveiro com a introdução de uma segunda linha de Tinting em Aveiro.....	60
Figura 34 – Produção diária nos meses de maior procura (kg) na linha de Aveiro, capacidade atual e capacidade proposta de Aveiro com uma segunda linha de Tinting.	61
Figura 35 – Layout atual da linha de Tinting de Aveiro.	63
Figura 36 – Layout proposto para duas linhas de Tinting no centro de Aveiro.	63
Figura 37 – Esquema do processo produtivo das pastas embaladas na linha de 2-8kg.....	68
Figura 38 – Linha de 2-8kg (zona inicial da linha).	68
Figura 39 – Histórico de dados: produção, vendas e nível de <i>stock</i> entre abril de 2019 e 31 de janeiro de 2020.	69
Figura 40 – Evolução das vendas entre abril de 2019 e janeiro de 2020.	70
Figura 41 – Diagrama de Pareto das quantidades vendidas por referência entre abril de 2019 e janeiro de 2020.	71
Figura 42 - Diagrama de Pareto das quantidades produzidas por referência entre fevereiro de 2019 e janeiro de 2020.	71
Figura 43 – Fluxo de informação ente clientes, empresa e fornecedores.....	72
Figura 44 – Dados relativos ao “Enchimento dos baldes” e “Etiquetagem e paletização”.	73
Figura 45 – Intervalo de tempo entre processo de “CQ” e “Enchimento dos baldes”.	74
Figura 46 – VSM do estado atual.....	75
Figura 47 – Diagrama de Spaghetti do estado atual.	76
Figura 48 – Etapa de montagem da mangueira no misturador que vai alimentar a panela.	77
Figura 49 – Balança onde é pesada a panela.	77
Figura 50 – Diagrama de <i>Spaghetti</i> do estado futuro.	78
Figura 51 – VSM do estado futuro.....	82
Figura 52 – Diagrama de Ishikawa para o tempo de <i>setup</i> elevado do processo de enchimento dos baldes.....	80
Figura 53 – Diagrama de Ishikawa para o elevado tempo de espera entre CQ e o enchimento dos baldes.....	80
Figura 54 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro 5S.	84

Figura 55 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro de linha.....	85
Figura 56 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro da manutenção.	85
Figura 57 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro de departamento.....	86
Figura 58 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro geral.	86
Figura 59 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro de auditoria.	87
Figura 60 – Saint-Gobain Weber: sistema de auditoria aos quadros.....	88
Figura 61 – Avaliação dos quadros: percentagem de “conformes”.	89

Índice de tabelas

Tabela 1 – Estatísticas descritivas para os tempos de ciclo e para o tempo de espera médio entre etapas.....	40
Tabela 2 – Método de amostragem do trabalho: contagens efetuadas e número mínimo de contagens (n).	44
Tabela 3 – Estatísticas descritivas relativas à taxa de utilização das linhas de Tinting de Aveiro e Carregado.	51
Tabela 4 – Pontos fortes e fracos das propostas de melhoria para a linha de Tinting.	65
Tabela 5 – Distâncias médias no estado atual e após novo layout e localização da linha de embalamento.	79
Tabela 6 – Plano de ação.....	83
Tabela 7 – Plano de ação.....	90

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

O desenvolvimento económico de qualquer país está intimamente ligado ao crescimento e desenvolvimento das suas indústrias. Nos últimos anos tem-se verificado uma mudança de paradigma com a crescente globalização do mercado e a necessidade de as sociedades modernas avançarem para uma economia mais sustentável. Este crescente aumento da competitividade tem levado as empresas a reverem os seus processos de fabrico e a inovarem de forma a minimizar ao máximo os seus custos, a maximizar o seu serviço ao cliente e a tornarem-se mais “verdes”. Existem diferentes métodos e técnicas que podem ser adotadas para atingir estes objetivos, tais como a produção *Lean*, o *6 sigma*, a Gestão pela Qualidade Total (TQM) ou o *World Class Manufacturing* (WCM).

O grupo Saint-Gobain, com 350 anos de história, é líder mundial do habitat sustentável, estando presente em 67 países e com cerca de 170.000 colaboradores em todo o mundo, atuando em vários mercados e possuindo várias empresas espalhadas por todo o mundo (Weber, Isover, Sekurit, Glassdrive, Autover, Abrasivos).

O grupo Saint-Gobain enquadra-se no grupo de empresas classificadas como *World Class Manufacturing*, uma vez que pode ser considerada como um exemplo de excelência industrial, e porque é capaz de concorrer mundialmente com os seus pares. O grupo possui o seu próprio programa *World Class Manufacturing* que foi implementado em 2008, com base nas referências de boas práticas e histórias de sucesso dentro e fora do grupo.

O principal objetivo do grupo é manter e fortalecer a sua posição no mercado como *World Class Manufacturing*, através da utilização dos seus ativos na busca contínua pelo desempenho operacional de classe mundial.

1.2. Apresentação da empresa

A Weber Portugal S.A. pertence ao grupo Saint-Gobain, e está presente em Portugal desde 1990, data em que o grupo adquiriu as fábricas da Fixicol em Aveiro e no Carregado. A Weber dedica-se ao desenvolvimento, produção e comercialização de argamassas industriais para o mercado da construção e renovação. Os seus produtos incluem argamassas para colagem e betumagem de cerâmica e pedra natural, revestimento e renovação de fachadas (decoração, isolamento térmico e acústico, reforço e reparação de fachadas antigas e novas), impermeabilização e coberturas, reparação e regularização de betão, regularização e nivelamento de pavimentos.

Em novembro de 2018 foi iniciada a reorganização do grupo Saint-Gobain, através da implementação do programa *Transform & Grow*, cujo principal objetivo visa a utilização dos seus ativos para melhorar a competitividade do grupo, impulsionando desta forma o seu crescimento. A Saint-Gobain possui diversas empresas espalhadas por todo o mundo e o que foi feito com este projeto foi alocar cada país a uma região operacional, que atende ao mercado local, e definir uma entidade global, que atende ao desenvolvimento de soluções de alto desempenho, dirigidas ao mercado global. A par desta reorganização, as funções de suporte centrais (I&D, Marketing e Desenvolvimento, Tecnologia e Desempenho Industrial, Desempenho da Distribuição) também estão em mudança de forma a servir várias entidades, existe uma nova comissão executiva, assim como estão a ser definidas as “*red zones*” e as “*blue zones*” para cada função. Basicamente as “*red zones*” incluem os procedimentos que devem ser sempre seguidos e representam um pré-requisito para as empresas do grupo Saint-Gobain, enquanto as “*blue zones*” representam a liberdade que cada empresa tem para agir de forma independente, baseando-se sempre nas prioridades e nas suas próprias oportunidades de crescimento, visto que não existem soluções únicas e cada país e negócio possui as suas particularidades.

Dentro deste contexto de reorganização, é necessário averiguar qual o estado atual dos *standards* do grupo Saint-Gobain (procedimentos gerais definidos pelo grupo, aplicáveis a todas as suas empresas, podendo sofrer alterações que sejam coerentes com a situação económica do país bem como com as particularidades do negócio local, verificadas e devidamente justificadas) e o respeito pelos mesmos na Weber Portugal e definir as ações necessárias para implementar as modificações pretendidas, sempre de forma a que as mesmas vão ao encontro dos *standards* do grupo.

A melhoria contínua faz parte do ADN do grupo e como tal a inovação e eliminação de desperdícios é fundamental na Weber. Assim, para a Weber, torna-se fundamental e importante a verificação constante do estado atual das suas áreas e das oportunidades de melhoria existentes.

1.3. Objetivos e metodologia

No âmbito do programa *World Class Manufacturing*, em curso desde 2008 no grupo Saint-Gobain, e especificamente na Weber Portugal, S.A., os objetivos a atingir passam por melhorar a performance da empresa, eliminando os desperdícios e melhorando a satisfação do cliente e apoiar a transição do grupo no que diz respeito à reorganização iniciada em 2018, através da implementação do programa *Transform & Grow*. As atividades realizadas no âmbito deste projeto tiveram como objetivo contribuir para estes objetivos da empresa e foram desenvolvidas ao nível da base do templo WCM, ou seja, em termos da Gestão Visual, Padronização e Melhoria contínua.

Desta forma, definiram-se para o projeto os seguintes objetivos específicos:

- Estudar a Linha de Tinting de Aveiro, adaptando-a às novas necessidades decorrentes do aumento da procura:
 - Identificar e eliminar desperdícios existentes na linha;
 - Avaliar a pertinência da implantação de uma segunda linha de Tinting;
 - Propor um *layout* para a nova linha de Tinting de Aveiro.
- Estudar o fluxo de valor de um novo produto (Linha de 2-8kg), identificando os desperdícios existentes, avaliando as suas causas e propondo ações de melhoria;
- Verificar o respeito da Weber Portugal pelos *standards* definidos pelo grupo Saint-Gobain para as suas empresas, especificamente no que diz respeito à implementação e utilização de quadros, nas suas áreas de produção e departamentos, como ferramenta de gestão visual para o controlo do desempenho e a melhoria contínua dos seus processos.

A metodologia geral de investigação utilizada foi a metodologia de investigação-ação, uma vez que se trata de uma investigação ativa onde há o envolvimento do investigador e da organização no estudo que é levado a cabo, na busca de soluções viáveis para a resolução de problemas (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Para atingir os objetivos propostos foram executadas várias ações. Numa fase inicial foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o *World Class Manufacturing* e sobre as ferramentas *Lean* aplicadas pelas empresas WCM. De seguida foi analisada a situação atual das linhas utilizando a ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) e o histórico existente relativo às vendas e produção dos produtos destas linhas. A partir desta análise foi elaborado o estado futuro pretendido, foram analisadas as causas raiz dos problemas encontrados com recurso à aplicação do diagrama de *Ishikawa*, e foram definidos os respetivos planos de ação. Por fim, foram analisados os *standards* do grupo relativos ao sistema visual de controlo do desempenho, que se baseiam na implementação e utilização de quadros com determinada informação em cada área da fábrica, de forma a controlar o seu desempenho, verificar a instabilidade dos processos, analisar e resolver problemas em tempo real, estabelecer planos de ação e acompanhar os projetos de melhoria contínua.

1.4. Estrutura do relatório

Este trabalho encontra-se dividido em 4 capítulos.

O presente capítulo apresenta uma breve introdução ao projeto realizado, sendo feito o seu enquadramento, apresentada a empresa onde o mesmo foi desenvolvido (durante a realização de

um estágio curricular de oito meses), definidos os principais objetivos e a metodologia utilizada para os alcançar.

O Capítulo 2 é constituído pela revisão da literatura, onde é desenvolvido o tema principal. Desta forma é abordada a origem do WCM e os pilares e princípios que o constituem, é feita a comparação com outras filosofias de gestão da produção e, por fim, são descritas algumas das ferramentas utilizadas no âmbito do WCM, com foco naquelas que foram utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

O Capítulo 3 é iniciado com a descrição do processo produtivo das pastas, cujos produtos e subprodutos são utilizados nas linhas que serão estudadas: linha de Tinting de Aveiro e linha de pastas de 2-8kg. De seguida é apresentado todo o trabalho desenvolvido para atingir os objetivos definidos para o projeto.

No Capítulo 4 são apresentadas as principais conclusões do trabalho desenvolvido, sendo igualmente avançadas propostas para o desenvolvimento de trabalho futuro.

2. WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM)

2.1. Origem do WCM

O desenvolvimento económico de qualquer país está intimamente ligado ao crescimento e desenvolvimento das suas indústrias. Nos últimos anos tem-se verificado uma mudança de paradigma com a crescente globalização do mercado e a necessidade de as sociedades modernas avançarem para uma economia mais sustentável. Por outro lado, para se destacarem neste mercado cada vez mais competitivo as empresas têm de ter em conta as necessidades dos clientes, uma vez que estes não estão apenas interessados nos produtos, mas também nos serviços extra fornecidos na hora da compra. Por outro lado, têm cada vez mais que ser eficientes e flexíveis, ajustando os seus processos de produção ao mercado e à procura dos clientes (Pałucha, 2012).

De acordo com Petroni et al. (2017) para uma empresa obter vantagem competitiva sobre os seus concorrentes, a personalização do produto para atender aos requisitos do cliente não pode ser feita à custa dos custos operacionais, pois isso pode comprometer a sobrevivência da empresa. Existem diferentes métodos e técnicas que podem ser adotadas pelas empresas para minimizar ao máximo os seus custos e maximizar o seu serviço ao cliente (Petroni et al., 2017), tais como o *World Class Manufacturing* (Okhowat, Ariffin, Ariffin, Nehzati, & Tadayon, 2012; Pałucha, 2012; Sunnapwar & Kodali, 2006; Voss, 1995).

O termo *World Class Manufacturing* (WCM), empregue pela primeira vez em 1985 por Hayes & Wheelwright, foi usado para descrever as organizações que alcançaram uma vantagem competitiva a nível global através da utilização das suas capacidades de produção como uma arma estratégica (citado por Chiarini & Vagnoni, 2015; Flynn, Schroeder, Flynn, Sakakibara, & Bates, 1997). O conceito de WCM desenvolvido por Hayes & Wheelwright teve como base uma análise aprofundada das práticas implementadas pelas empresas japonesas, alemãs e americanas (Flynn, Schroeder, & Flynn, 1999). Deste estudo resultaram um conjunto de práticas – as melhores práticas – para atingir um desempenho superior, ou seja, a classe mundial. Essas práticas baseavam-se no desenvolvimento das capacidades e competências da força de trabalho, no desenvolvimento de uma gestão tecnicamente competente, no estímulo à participação da força de trabalho, na competição pela qualidade, no investimento em instalações e equipamentos de ponta e na melhoria contínua (Flynn et al., 1999). Em 1986, Schonberger desenvolveu estes conceitos, fornecendo diversos exemplos de fabricantes de classe mundial localizados nos EUA. Schonberger também descreveu e acrescentou outras práticas essenciais para atingir a classe mundial, tais como o desenvolvimento de relacionamentos com fornecedores, a produção *Just In Time* (JIT) e o *design* de produto (Flynn et al., 1997). A premissa que acompanha a filosofia do WCM é que nenhum processo é perfeito e, portanto, há sempre espaço para melhorias (Łyp-Wrońska, 2016).

2.2. Pilares e princípios do WCM

O WCM como modelo baseia-se no princípio *Kaizen* (Melhoria Contínua), na gestão pela qualidade total (TQM), na produção *Lean*, no *Just-in-time*, na manutenção produtiva total (TPM), na engenharia industrial total (TIE), na gestão de relações com os clientes e na produção ambientalmente responsável (De Felice, Petrillo, & Monfreda, 2013; Pałucha, 2012).

O objetivo do WCM é alcançar a competitividade global e para atingir as suas metas baseia-se em alguns princípios, tais como (De Felice et al., 2013; Novická, Papcun, & Zolotová, 2016; Pałucha, 2012):

- O envolvimento das pessoas é a chave para a mudança;
- É uma nova forma de trabalhar e não apenas um projeto;
- A prevenção de acidentes é de extrema importância;
- A voz dos clientes deve chegar a todos os departamentos;
- Os líderes devem zelar pelo respeito dos *standards*;
- Os métodos devem ser aplicados com rigor e consistência;
- Não deve ser tolerado qualquer tipo de desperdício;
- Sem falhas e sem defeitos;
- Devem ser eliminadas as causas do problema em vez de tratar dos seus efeitos;
- Melhoria contínua dos processos.

O WCM baseia-se em dez pilares técnicos (relacionados com o processo de produção) e dez pilares de gestão (Figura 1), para alcançar o nível de excelência desejado (Chiarini & Vagnoni, 2015; De Felice et al., 2013; Novická et al., 2016; Pałucha, 2012; Petrillo, De Felice, & Zomparelli, 2019). Cada pilar tem objetivos específicos e concentra-se numa área, utilizando ferramentas adequadas de forma a alcançar a “excelência global” (De Felice et al., 2013). Cada pilar possui um líder WCM que supervisiona e motiva a equipa, havendo também um coordenador geral, que possui um conhecimento mais aprofundado da empresa no âmbito do WCM, responsável por todas as atividades WCM e pela contabilização dos ganhos resultantes dessas mesmas atividades (Łyp-Wrońska, 2016).

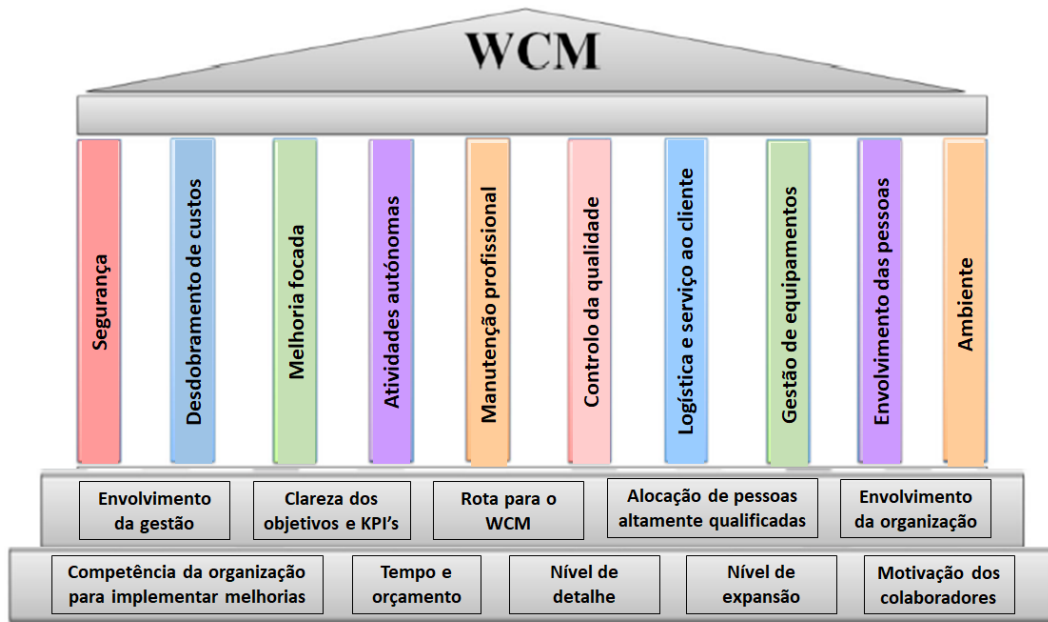


Figura 1 – Templo do WCM (adaptado de Novická et al., 2016).

Cada pilar técnico concentra-se em determinada área do sistema produtivo, e os seus objetivos focam-se no seguinte (De Felice et al., 2013; Novická et al., 2016; Petrillo et al., 2019):

- **Segurança**
 - Eliminar condições que possam causar acidentes ou situações inseguras
 - Garantir zero acidentes
 - Desenvolver uma cultura de prevenção
 - Melhoria contínua das condições do local de trabalho, ergonómicas e de segurança
- **Desdobramento de custos**
 - Identificar e remover as causas das principais perdas e desperdícios do sistema produtivo e logístico
 - Quantificar os potenciais benefícios económicos
- **Melhoria focada**
 - Eliminar as principais perdas, eliminando ineficiências presentes nos processos
 - Eliminar as atividades sem valor agregado (desperdícios)
 - Desenvolver capacidades específicas para a resolução de problemas
- **Atividades autónomas (assente em dois sub-pilares)**
 - Manutenção autónoma
 - Melhorar a eficiência geral do sistema de produção através de políticas de manutenção
 - Organização do local de trabalho

- Identificar melhorias no local de trabalho (materiais e equipamentos) e eliminar perdas
- **Manutenção profissional**
 - Aumentar a eficiência dos equipamentos, reduzindo a frequência de falhas
 - Manter os equipamentos em boas condições
 - Facilitar a cooperação entre os operadores dos equipamentos e quem realiza a manutenção profissional
- **Controlo da qualidade**
 - Satisfazer os requisitos exigidos pelos clientes
 - Controlar a qualidade dos produtos
 - Aumentar as capacidades dos funcionários
- **Logística e serviço ao cliente**
 - Reduzir o *stock*
 - Reduzir o tempo de entrega
 - Aumentar a satisfação dos clientes
 - Reduzir a movimentação dos operadores da linha de produção e de materiais
- **Gestão de equipamentos**
 - Gerir equipamentos durante o desenvolvimento de novos produtos
 - Reduzir o custo do ciclo de vida
 - Projetar sistemas fáceis de manter e inspecionar
- **Envolvimento das pessoas**
 - Garantir que as pessoas têm as competências corretas e necessárias inerentes a cada posto de trabalho
 - Desenvolver a formação do pessoal da manutenção
 - Motivar os recursos humanos para um maior comprometimento
- **Ambiente**
 - Desenvolver uma cultura que reduza o consumo de água, energia e desperdícios
 - Usar eficientemente os recursos naturais e materiais

Cada pilar desenvolve-se em 7 passos/etapas seguindo uma sequência de 3 fases: reativa, preventiva e proativa (Figura 2). Só após serem cumpridas as atividades definidas e alcançados os resultados esperados em cada etapa é que se deve avançar para a etapa seguinte (De Felice et al., 2013; Petrillo et al., 2019).

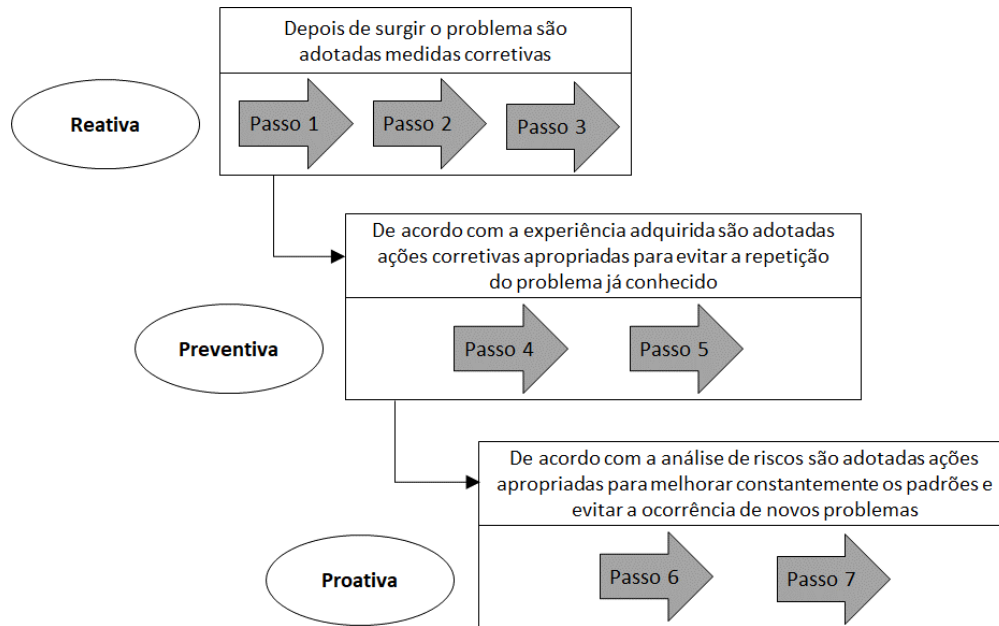


Figura 2 – Etapas e fases da implementação dos pilares técnicos do WCM (De Felice et al., 2013).

A implementação do WCM numa organização inicia-se geralmente apenas numa área da mesma, onde uma equipa de pessoas fica encarregue de desenvolver padrões e práticas ideais, que posteriormente serão implementados em toda a organização (De Felice et al., 2013; Wisniewski, Paszkowski, & Wisniewska, 2019). Para monitorizar o progresso da implementação do WCM são realizadas auditorias internas e externas aos pilares do WCM, cuja classificação pode ser realizada através da atribuição de pontos, como por exemplo, numa escala de 0 a 5, onde 0 significa “falta de atividade” e 5 significa “classe mundial”. Estes pontos são convertidos em números de índice e estes em medalhas: bronze, prata e ouro. A medalha de bronze significa que a implementação do WCM na organização foi iniciada e foram observados os seus efeitos preliminares. A medalha de prata significa que a organização está a operar de acordo com os princípios WCM e que demonstrou resultados tangíveis. A medalha de ouro reconhece e destaca a organização como campeã e um modelo ideal a seguir para a melhoria e a inovação (Wisniewski et al., 2019).

Para alcançar o nível máximo, a base que sustenta os pilares do WCM apoia-se nos princípios fundamentais de: compromisso de gestão; objetivos claros; mapa de rotas do WCM; alocação de pessoas qualificadas; compromisso da organização; competência de organização para a melhoria; orçamento e tempo; nível de detalhe e expansão; motivação dos colaboradores (Novická et al., 2016). De acordo com os referidos autores não há uma orientação objetiva/única de como alcançar o WCM, ou seja, cada organização deve determinar quais os fatores de sucesso que permitirão atingir o nível WCM. O trabalho de Giffi et al. (1990) resume os principais atributos das organizações de classe mundial, como sendo: competências e capacidades da força de trabalho,

competência técnica de gestão, competição pela qualidade, participação da força de trabalho, reconstrução da engenharia de produção e melhoria incremental.

De acordo com Yamashina (2000), para uma empresa WCM manter a sua competitividade, num mercado altamente competitivo, tem de ser capaz de produzir produtos inovadores, diversificados e atraentes de forma rápida, eficiente e em tempo útil, de acordo com as exigências do mercado. Mas para que a empresa consiga satisfazer as exigências do mercado, tem de possuir uma forte infraestrutura, focada nas áreas de investigação aplicada e tecnologia de produção.

Os benefícios resultantes da implementação do WCM são múltiplos. Uma organização WCM vê os custos produtivos diminuírem e os resultados financeiros aumentarem. Ao oferecer melhores condições no local de trabalho, o que afeta diretamente a produtividade e motivação do trabalhador, a organização consegue reduzir o número de defeitos e aumentar a segurança no trabalho. Em relação aos clientes, a organização consegue garantir que estes são atendidos de acordo com os seus requisitos e expectativas específicos, cumprindo os prazos de entrega acordados (Wisniewski et al., 2019). Apesar das referidas vantagens existem algumas barreiras à implementação do WCM e conseqüentemente ao seu sucesso, tais como a necessidade de justificar os custos de sistemas avançados de produção, a resistência à mudança, a falta de suporte da gestão de topo, a falta de conhecimento, a falta de rotinas para atingir os objetivos definidos, a falta de técnicas de classe mundial, a falta de monitorização apropriada, a falta de formação dos colaboradores e a falta de comunicação (Murugesan, Senthil Kumar, & Saravana Kumar, 2012).

Digalwar et al. (2012) afirmam que embora a implementação bem sucedida do WCM dependa de diferentes medidas de desempenho, o comprometimento da gestão de topo é um fator decisivo. De facto, este comprometimento é crucial para a melhoria do desempenho da empresa em termos de gestão do conhecimento, formação dos funcionários, inovação e tecnologia e envolvimento do cliente. Os resultados do estudo de Haleem et al. (2012) referem exatamente o mesmo: o fator mais crítico para o sucesso da implementação do WCM reside numa excelente gestão de topo. Haleem et al. (2012) referem também que as melhorias alcançadas com a implementação do WCM não ocorrem do dia para a noite sendo bastante importante o comprometimento da gestão de topo, a formação e a autonomia dos seus colaboradores para iniciar o processo de mudança e maximizar a eficácia dos resultados.

2.3. WCM, *Lean*, 6 sigma e TPM

Como referido anteriormente o WCM baseia-se em várias filosofias e técnicas de gestão. De seguida são apresentadas três filosofias distintas, o *Lean*, o 6 sigma e o TPM, relacionadas com o WCM, sendo também referenciados alguns estudos onde a aplicação destas filosofias contribuiu para que as organizações atingissem o estatuto de WCM.

De acordo com De Felice et al. (2019) muitas empresas implementam sistemas *Lean* e WCM para melhorar o desempenho dos seus processos. O pensamento *Lean* tem as suas origens no Sistema de Produção da Toyota (TPS), que evoluiu das experiências e iniciativas de Taiichi Ohno ao longo de três décadas na *Toyota Motor Company* (Melton, 2005; Shah & Ward, 2007). De acordo com Womack & Jones (1996) a produção *Lean* (*Lean manufacturing*) consiste num sistema integrado de melhoria contínua (De Felice et al., 2019). O foco do *Lean* na Toyota era reduzir os custos através da eliminação de desperdícios (Holweg, 2007) e excessos originados pelo fluxo de produtos, e representou um modelo alternativo à intensa produção em massa (Hines, Holweg, & Rich, 2004; Sundar, Balaji, & Satheesh Kumar, 2014). Porém, o termo produção *Lean*, só foi instituído e ganhou visibilidade após a publicação do livro “*The Machine that Changed the World*” por Womack, Jones & Roos em 1990 (Hines et al., 2004).

Como estratégia de negócio o *Lean* é usado para melhorar a qualidade e o serviço, para eliminar desperdícios, reduzir custos e aperfeiçoar a eficácia organizacional geral (Zhou, 2016). De acordo com a filosofia *Lean*, o desperdício (muda em japonês) é qualquer atividade desenvolvida durante o processo produtivo que não acrescenta valor ao cliente (Melton, 2005).

Os cinco princípios do *Lean*, para reduzir os desperdícios são (Womack & Jones, 1996):

- **Especificar o valor para o cliente** – o valor só pode ser definido pelo cliente final e por isso é bastante importante que a especificação do valor do produto seja feita de acordo com o ponto de vista do cliente. Este primeiro passo é bastante crítico pois caso falhe estaremos a fornecer um bem ou serviço da maneira certa, mas que não é necessário – é um desperdício;
- **Identificar o fluxo de valor do produto** – o fluxo de valor representa todas as atividades necessárias para entregar um determinado produto ao cliente. A identificação do fluxo de valor do produto vai permitir identificar quais as etapas que criam valor, as etapas que não criam valor, mas são necessárias e inevitáveis e, etapas adicionais que não criam valor (desperdício) e que devem ser eliminadas;
- **Criar um fluxo de valor contínuo** – depois de especificar o fluxo de valor e eliminar as etapas do processo que não agregam valor, deve ser criado um fluxo contínuo, eliminando os departamentos que executam apenas uma tarefa em grandes lotes;

- **Deixar o cliente puxar o valor** em vez de ser a empresa a empurrar o produto até ao cliente. Desta forma, a empresa produz apenas o que é preciso e quando é preciso, evitando *stocks*;
- **Perseguir a perfeição** – depois de implementar os primeiros quatro princípios deve-se continuar a procurar a melhoria contínua dos processos.

Já os sete desperdícios identificados pelo *Lean*, que devem ser eliminados em qualquer organização, são o excesso de produção, transporte, inventário, tempo de espera, movimentação, processamento excessivo e defeitos (Womack & Jones, 1996). Atualmente, já é considerado um oitavo desperdício, o desperdício associado ao potencial humano desperdiçado (Rossi, Taisch, & Terzi, 2012).

Vários estudos sobre o WCM referem a utilização de várias ferramentas associadas à produção *Lean* na busca do desempenho operacional de classe mundial. Os principais benefícios citados nesses estudos são a melhoria da produtividade e da qualidade da mão-de-obra, assim como a redução do *lead time*, do tempo de ciclo e dos custos de produção (Shah & Ward, 2003).

De Felice et al. (2019) referem que em Itália o WCM é uma evolução do modelo *Lean*, em particular no Grupo FCA (*Fiat Chrysler Automobiles*), que criou o seu próprio modelo WCM, inspirado nos princípios e métodos da produção *Lean*, e aplicou-o em todas as suas fábricas. No estudo desenvolvido por Felice et al. (2019), numa empresa aeronáutica, sobre a relação entre as práticas *Lean* e WCM e a sua integração, os resultados obtidos permitiram concluir que existe, de facto, uma relação entre as práticas *Lean* e WCM e, também permitiram quantificar numericamente a relação entre parâmetros das duas metodologias.

A manutenção produtiva total (TPM – *Total Productive Maintenance*) é uma filosofia japonesa que surgiu para apoiar a produção *Lean*, uma vez que a eficácia e a fiabilidade dos equipamentos são pré-requisitos essenciais para a implementação das metodologias *Lean* (Sekine & Arai, 1998, citado por Ahuja & Khamba, 2008).

O TPM tem como objetivo principal otimizar a eficácia dos equipamentos, através da eliminação de falhas e da promoção da manutenção autónoma por parte dos operadores, os quais passam a realizar uma manutenção regular e diária dos equipamentos com que trabalham (Bhadury, 2000, citado por Ahuja & Khamba, 2008; Poduval, Pramod, & Jagathy Raj, 2015). De acordo com o Instituto JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), o objetivo do TPM é maximizar a eficácia dos equipamentos, cobrindo toda a sua vida útil e envolvendo e motivando todas as pessoas para realizar a manutenção diária e voluntária dos seus equipamentos (Poduval et al., 2015).

Os principais conceitos associados a esta filosofia envolvem (Poduval et al., 2015):

- O comprometimento a longo prazo de toda a organização, desde a gestão de topo até ao chão de fábrica, uma vez que o sucesso da implementação do TPM depende da participação total e do entusiasmo de toda a força de trabalho incluindo a gestão de topo;
- A definição das metas a alcançar de forma clara e específica, e a orientação dos funcionários para o alcance dessas metas através, por exemplo, da quantificação das mesmas;
- Criação de equipas compostas por funcionários de diferentes departamentos, de forma a obter diferentes pontos de vista e soluções para resolver problemas. Formação das equipas em relação ao projeto, operação e manutenção de um determinado grupo de equipamentos;
- Orientação das equipas formadas para a realização e implementação dos 5S ao grupo de equipamentos definidos anteriormente;
- Listagem de todas as áreas que carecem de melhorias, mesmo que pequenas, priorizando-as para iniciar a implementação das melhorias de forma contínua;
- Eliminação dos desperdícios e perdas de forma a aumentar a eficiência e a produtividade. O objetivo é remover as não conformidades nos processos e nos produtos e reduzir as perdas nos equipamentos, devido ao tempo de inatividade, à velocidade e ao retrabalho;
- Manutenção regular e diária dos equipamentos (como, por exemplo, limpeza, substituição de óleo e lubrificação) por parte dos operadores dos equipamentos, enquanto os trabalhos mais específicos e complexos, assim como o desenvolvimento de diferentes planos de manutenção e a sua periodicidade (manutenção preventiva, corretiva e preditiva), ficam a cargo do grupo de manutenção, que fica liberto das diversas tarefas rotineiras e diárias;
- Melhoria da segurança através da formação de todos os funcionários em áreas como: primeiros socorros, práticas inseguras, procedimentos de emergência, segurança com máquinas, entre outros.

O estudo desenvolvido por Chand e Shirvani (2000), numa célula de montagem semi-automatizada de uma empresa fornecedora de componentes automóveis, permitiu verificar que implementação do TPM é uma estratégia eficaz para atingir o desempenho WCM. Para ser classificado como WCM, a empresa deve alcançar uma disponibilidade de equipamentos superior a 90%, um desempenho de processo superior a 95%, um rendimento de qualidade superior a 99% e obter uma eficiência geral dos equipamentos (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) superior a 85%. A célula de montagem analisada apresentava diversas perdas causadas pelas ações dos operadores e falhas do equipamento, apresentando um OEE de 62%. Os referidos autores concluírem que ao definir estratégias e práticas de manutenção, ao estabelecer equipas de

manutenção autónomas e ao criar um sistema de registo de dados é possível aumentar o OEE para os níveis WCM e reduzir os custos associados às perdas verificadas (Chand & Shirvani, 2000).

Chand & Shirvani (2000) referem que o WCM está vinculado ao TQM e JIT, mas o TPM é também importante pois não é possível ser um produtor WCM se os equipamentos funcionarem mal ou estiverem sempre a falhar. Ahuja & Khamba (2008, p. 10) afirmam que o TPM é essencial para “uma empresa se tornar um fabricante de classe mundial, para satisfazer os clientes globais e para alcançar um crescimento organizacional sustentado”. Práticas de manutenção adequadas e eficientes, aliadas a estratégias de produção eficazes, são essenciais para uma empresa WCM (Ahuja & Khamba, 2008).

De acordo com Okhowat et al. (2012) garantir a disponibilidade e a fiabilidade dos equipamentos no momento em que são necessários é fundamental para alcançar um excelente desempenho na produção e por isso a jornada rumo à excelência deve começar pela busca da “manutenção de classe mundial”. Este termo, “manutenção de classe mundial”, significa o melhor modelo para atingir o nível 6 *sigma* nas operações de manutenção (Milosavljević and Rall, 2005 citado por Okhowat et al., 2012). Desta forma, a aplicação do TPM para o alcançar da “manutenção de classe mundial” é inevitável.

O 6 *sigma*, como é hoje reconhecido, foi desenvolvido na década de 80 pelo engenheiro Bill Smith na Motorola (Pepper & Spedding, 2010; Raisinghani et al. 2005). A metodologia 6 *sigma* refere-se a um conjunto de práticas, apoiadas por técnicas estatísticas, que visam melhorar sistematicamente os processos através da implementação de uma taxa de defeitos reduzida, neste caso, uma taxa de 3,4 defeitos por cada milhão de oportunidades (Pepper & Spedding, 2010).

Em 1987 a Motorola operava a um nível de 4 *sigma*, enquanto a sua concorrência operava a um nível de 6 *sigma*, o que provocou uma forte perda de competitividade da empresa (Raisinghani et al., 2005). Porém com a introdução do 6 *sigma* a Motorola conseguiu reduzir os níveis de defeitos no seu processo e reduzir os custos de produção, aumentando o valor das suas ações (Mueller & Cross, 2020). Em 1988, quando a Motorola ganhou o Prémio Nacional de Qualidade *Malcom Baldrige*, o 6 *sigma* tornou-se uma filosofia de referência para reduzir os custos de uma organização e melhorar os seus resultados (Raisinghani et al., 2005). Contudo, só em 1995 é que o 6 *sigma* foi popularizado pelo CEO da *General Electric*, Jack Welch, após o grande sucesso da sua implementação na *General Electric* (Alexander, Antony, & Rodgers, 2019).

A metodologia 6 *sigma* concentra-se na redução da variabilidade das entradas num sistema de forma a reduzir a variabilidade das suas saídas e assim tornar os processos mais eficientes. Para atingir os seus objetivos o 6 *sigma* utiliza o método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*) que se baseia em 5 fases. Este método inicia-se com a definição do problema (*Define*),

passando de seguida para a fase de medição do estado atual (*Measure*), que vai permitir avaliar as melhorias que ocorreram no fim do projeto. A fase seguinte consiste na análise profunda do problema (*Analyze*) onde são avaliadas as correlações entre diversas variáveis do processo. A quarta fase baseia-se na aplicação de melhorias no processo (*Improve*) de forma a que este se aproxime do estado desejável. A última fase, a fase de controlo (*Control*) consiste em monitorizar constantemente o estado dos processos para garantir que os resultados das melhorias se mantêm no futuro e permitir intervenções caso seja necessário (Alexander et al., 2019). Cada fase possui várias ferramentas, como por exemplo, o controlo estatístico de processos, o desenho de experiências, a metodologia de superfície de resposta, a análise modal de falhas e efeitos (FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis*), que permitem medir, analisar e melhorar processos críticos e manter todo o sistema controlado (Pepper & Spedding, 2010). Hoerl et al. (2004) referem que o 6 *sigma* é uma metodologia genérica de melhoria contínua que pode ser aplicada a qualquer área, e é essencial para fornecer aos gestores das empresas estratégias, métodos e ferramentas para mudar a sua organização (citado por Camgoz-Akdag, 2007)

No trabalho desenvolvido por Camgoz-Akdag (2007), que teve como objetivo explorar a melhor estratégia para as PME turcas alcançarem o *status* de fabricante mundial, os resultados obtidos demonstraram que para as empresas turcas se tornarem um ativo nacional capaz de gerar riqueza, devem globalizar-se e operar internacionalmente. Para que isto aconteça as empresas devem começar por implementar as melhores práticas conhecidas e apostar na melhoria contínua. Para a melhoria contínua, Camgoz-Akdag (2007) considera que a melhor metodologia é o 6 *sigma*, visto ter sido adotada como padrão de referência por muitos fabricantes mundiais e pelo facto de um dos principais desafios das empresas turcas ser a redução dos defeitos.

Garza-Reyes et al. (2014) apresentaram um estudo de caso, onde a metodologia DMAIC tradicional foi modificada e adaptada aos requisitos e capacidades particulares de um produtor de motores aeroespaciais de classe mundial. Tendo em conta o aumento da competitividade na indústria aeroespacial no Reino Unido, para manter a sua competitividade no mercado, era imperativo para esta empresa reduzir ao mínimo o *lead time* e a variabilidade do seu processo de montagem de motores de aeronaves. A metodologia DMAIC modificada utilizada incluía uma fase adicional designada de *Review* (revisão), onde a equipa do projeto além de comparar os resultados obtidos com o objetivo inicial, avaliava se esse objetivo inicial poderia ser melhorado ainda mais. Os resultados obtidos demonstraram que a adaptação do DMAIC à empresa foi bastante eficaz, pelo que foi possível reduzir em 30% o *lead time* e o tempo de processamento na montagem dos motores (Garza-Reyes et al., 2014).

Pelo que foi exposto consta-se que o WCM, como modelo que utiliza o melhor de diversas filosofias, traz benefícios significativos às empresas que o implementam. Porém, Sharma & Kodali (2008) referem que ainda não há um consenso claro sobre como implementar o WCM, sendo necessário existirem orientações práticas e detalhadas para que as empresas consigam alcançar os benefícios do WCM. Neste contexto, Sharma & Kodali (2008) realizaram uma análise comparativa de 23 modelos propostos para atingir o WCM, do qual resultou um novo modelo. Este modelo é constituído por 9 pilares (estratégia de produção, produção verde, processos flexíveis, gestão da cadeia de abastecimento, gestão da relação com o cliente, planeamento inovador de produtos, TQM, sistemas de manutenção de classe mundial e produção *Lean*) que assentam numa base sólida (liderança e gestão da mudança e dos recursos humanos).

Okhowat et al. (2012) desenvolveram uma estrutura que integra as estratégias do *Lean*, 6 *sigma* e TPM, de forma a fornecer uma orientação e suporte às empresas que pretendem atingir os padrões de classe mundial nos seus processos produtivos e de manutenção, através de melhorias contínuas. O modelo proposto destaca a importância de alcançar a excelência na manutenção para avançar em direção ao WCM e refere que o comprometimento e envolvimento da gestão, assim como a formação dos funcionários são a base para iniciar o processo de mudança numa organização e ao mesmo tempo maximizar a sua eficiência.

2.4. Ferramentas e metodologias

O WCM quando visto como um modelo de gestão apresenta os seus próprios métodos e ferramentas, tal como já foi mencionado anteriormente. Estas ferramentas vão permitir às empresas obter vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, com base no princípio enunciado por Pałucha (2012): “fabricar produtos da mais alta qualidade a preços baixos”.

O WCM utiliza diversas ferramentas, sendo muitas delas semelhantes às utilizadas na produção *Lean* (Petrillo et al., 2019) e TQM (Pałucha, 2012), tais como o mapeamento do fluxo de valor (VSM), os 5S, a análise causa-raiz, o relatório A3, os 5 Porquês, a FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), o OPL (*One Point Lesson*), o diagrama de *spaghetti*, o SMED (*Single Minute Exchange of Die*), entre outras (De Felice et al., 2013).

As secções seguintes focam-se na descrição resumida das ferramentas e metodologias utilizadas para o desenvolvimento do projeto realizado na Weber e descrito no Capítulo 3.

2.4.1. 5S

Os 5S são uma metodologia usada para classificar, organizar, limpar, padronizar e manter um ambiente de trabalho produtivo, sendo alguns dos seus principais resultados o aumento do nível de segurança, uma manutenção preventiva e produtividade melhorada e a melhoria da limpeza da área de trabalho (Gupta & Jain, 2013).

Os 5S surgiram no Japão tendo sido formalmente introduzidos no final de 1960. Osada (1991) e Hiradno (1995) foram os primeiros a propor uma estrutura para aplicar e compreender os 5S. Esta baseia-se em cinco pilares: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. O significado destes pilares pode ser resumido da seguinte forma (Randhawa & Ahuja, 2017):

- ***Seiri*** – significa organizar, isto é, deve ser feita a classificação dos itens existentes no local de trabalho de forma a manter apenas os itens que são necessários nos locais certos. Desta forma eliminam-se obstáculos ao fluxo de trabalho, ganha-se espaço, o tempo de procura dos itens diminui e o local de trabalho mantém-se mais seguro;
- ***Seiton*** – significa colocar em ordem. Os itens classificados anteriormente devem ser priorizados consoante a sua necessidade, ou seja, os itens usados frequentemente devem estar mais próximos para serem facilmente recuperados para utilização. Além disso a localização dos itens deve ser clara para que qualquer pessoa os possa encontrar em qualquer altura;
- ***Seiso*** – significa limpar. Este S pretende realçar a importância de manter a limpeza do local de trabalho, incluindo os equipamentos e ferramentas. A falta de limpeza pode influenciar negativamente a saúde e integridade dos colaboradores e causar danos, defeitos e falhas em equipamentos;
- ***Seiketsu*** – significa padronizar, ou seja, devem ser definidas as medidas necessárias para manter o local de trabalho produtivo e confortável, nomeadamente procedimentos operacionais padrão, de forma a serem repetidos e mantidos os 3 primeiros S, *Seiri*, *Seiton* e *Seiso*;
- ***Shitsuke*** – significa disciplina, isto é, sustentar todos os S anteriores. Este S é fundamental pois requer mudanças no comportamento dos funcionários de toda a empresa, incluindo a gestão. O principal objetivo é manter a autodisciplina diária dos 5S, mantendo e criando hábitos dentro da organização de forma a obter os benefícios inerentes a esta metodologia.

A metodologia 5S quando implementada adequadamente traz bastantes benefícios, ao contribuir para a criação de uma fábrica visual, que permite a rápida determinação do *status* do local de trabalho. À primeira vista, gestores e supervisores podem ver quando é que as coisas estão

fora de ordem, a produção ficou para trás ou parou, ou o *WIP (work-in-progress)* não está onde deveria estar (Chapman, 2005).

2.4.2. Gestão visual

A gestão visual faz parte da filosofia *Lean* e consiste na utilização de ferramentas visuais para exibir informações e para comunicar requisitos e diretrizes, sendo bastante utilizada no chão de fábrica (Eaidgah, Maki, Kurczewski, & Abdekhodae, 2016). De acordo com estes autores a gestão visual pode ser utilizada em dois domínios. Num deles, a gestão visual é usada como uma ferramenta informativa, não tendo nenhuma implicação na gestão do desempenho pois não define requisitos. O mapeamento do fluxo de valor, os fluxogramas, os diagramas de Pareto, os diagramas de *Ishikawa*, as placas de informação, etiquetas e relatórios A3, entre outros, enquadram-se neste domínio. Num segundo domínio, com bastante impacto na gestão do desempenho e na melhoria contínua, a gestão visual é usada como ferramenta diretiva, através da exibição de requisitos, da definição de direções e da orientação de ações. As ferramentas mais usadas neste domínio são semáforos, alarmes, cartões *kanban*, instruções de trabalho, listas de verificação, quadros *Andon*, quadros de gestão, a delimitação de zonas (arrumação de ferramentas, *stock*, circulação, etc.) e a caixa *Heijunka* (quadro de nivelamento de carga).

Apesar de estar associada à gestão da produção, a gestão visual pode ser utilizada com sucesso em organizações comerciais, de educação, de saúde, de construção e em serviços governamentais (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2016).

As principais razões para utilizar a gestão visual são (Eaidgah et al., 2016):

- Simplifica o fluxo de informação entre a gestão e os colaboradores;
- Fornece informação diretamente no ponto de uso;
- Facilita o *feedback* contínuo às equipas e a comunicação dos objetivos a atingir;
- Capacita os operadores, ou seja, torna-os responsáveis pelos seus próprios processos e permite que eles participem na tomada de decisões e nas iniciativas de melhoria contínua;
- Aumenta a transparência no local de trabalho promovendo o *feedback* contínuo entre a gestão e os colaboradores de forma aberta;
- Melhora a disciplina, isto é, ajuda a manter os procedimentos adequados e corretos;
- Cria uma propriedade partilhada, motivando a ajuda dos membros da equipa;
- Promove a gestão baseada em factos;
- Impulsiona a vontade de partilhar ideias e informações de forma voluntária;
- Suporta a melhoria contínua, pois além de fornecer os dados necessários para orientar o projeto de melhoria contínua, estimula e envolve todos os colaboradores no projeto.

Para que a gestão visual mantenha o seu sucesso a longo prazo é importante garantir a participação ativa e envolvimento de todos os colaboradores, o comprometimento da gestão de topo na partilha de informações estratégicas com os colaboradores, o envolvimento da gestão intermédia e a orientação e formação sobre a utilização das ferramentas de gestão visual (Kurpjuweit, Reinerth, Schmidt, & Wagner, 2019).

2.4.3. Diagrama de *Ishikawa*

O diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como diagrama de causa-efeito ou diagrama espinha de peixe, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943, e faz parte das sete ferramentas básicas da qualidade (Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019). A designação de espinha de peixe deve-se ao facto de a sua aparência se assemelhar ao esqueleto de um peixe (Omachonu & Ross, 2004; Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019). O principal objetivo desta ferramenta é identificar um efeito indesejável, investigar e eliminar as suas causas (Silver & Rohleder, 1998).

O diagrama de *Ishikawa* consiste numa linha horizontal principal da qual derivam linhas diagonais, que são usadas para listar as causas gerais que podem levar ao problema/fenómeno/falha (Figura 3). Cada causa geral pode, por sua vez, ser causada por várias outras causas, designadas principais. Por sua vez, cada causa principal pode ter várias causas de terceiro nível – causas secundárias – e assim sucessivamente (Bilsel & Lin, 2012). Os fatores a serem considerados são geralmente os seis M's – mão-de-obra, material, método, máquina, medida e meio ambiente – mas podem ser modificados de forma a ajustarem-se a um determinado processo ou área (Barsalou, 2015).

Segundo Ishikawa (1982), este diagrama serve para ilustrar graficamente qual a relação entre um determinado resultado e os fatores que influenciam esse resultado, ou seja, ajuda a identificar, classificar e revelar as possíveis causas raiz para um determinado problema ou condição (citado por Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019).

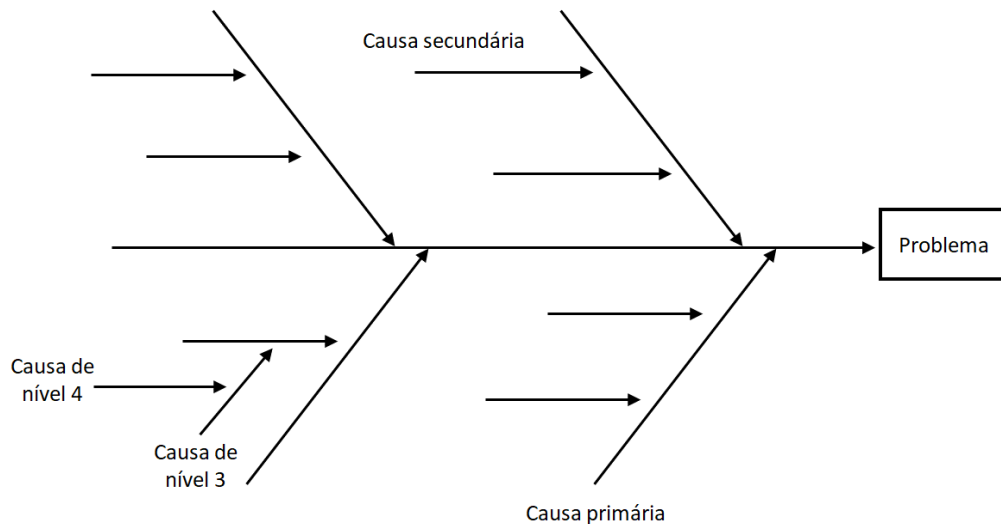


Figura 3 – Diagrama de *Ishikawa* genérico (adaptado de Bilsel & Lin, 2012).

As principais vantagens associadas à utilização do diagrama de *Ishikawa* são (Bilsel & Lin, 2012):

- Ajuda a identificar as possíveis causas de um problema;
- Ajuda a estruturar e a organizar as causas identificadas;
- Apresenta um formato fácil de compreender;
- Permite o uso do conhecimento de todos os participantes;
- Ajuda no foco das causas de um problema e não nos seus efeitos;
- Ajuda a identificar áreas onde há falta de dados.

No entanto, Bilsel & Lin (2012) alertam para o facto do diagrama de *Ishikawa* também possuir alguns pontos fracos, nomeadamente:

- A análise pode ser demorada, se se estiver a analisar vários problemas e podem-se perder inter-relações entre diferentes problemas e causas;
- Não permite diferenciar a força das relações entre as causas e o efeito;
- A sua utilização em formato eletrónico é difícil e ineficaz, podendo tornar-se confuso.

2.4.4. Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *Spaghetti* é uma ferramenta simples, que consiste num gráfico que permite visualizar e detalhar o caminho percorrido por uma pessoa ou material ao longo de um processo (De Felice et al., 2013). O seu nome deriva do facto de o seu resultado se assemelhar a um prato de esparguete (Chiarini, 2013).

O diagrama de *Spaghetti* (Figura 4) ajuda a identificar os desperdícios associados ao movimento de pessoas e materiais através do cálculo da distância percorrida e do respetivo tempo gasto nessas deslocações. Além disso é possível usar cores diferentes para distinguir diferentes produtos ou trabalhadores. Após a análise do diagrama desenhado é possível identificar o excesso de movimentos e áreas ineficazes, eliminar o número de funcionários, alterar a organização do trabalho ou o próprio *layout* do posto de trabalho (Senderská, Mareš, & Václav, 2017). Gladysz et al. (2018) apontam como desvantagens o facto deste método ser demorado e invasivo, podendo influenciar o comportamento dos trabalhadores durante a observação.

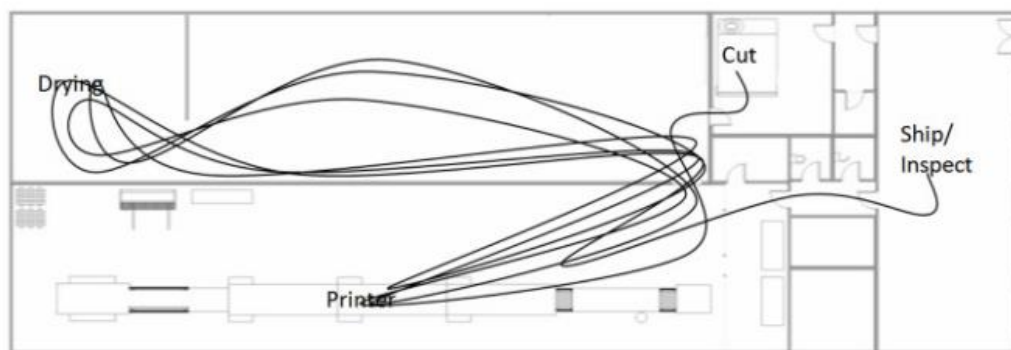


Figura 4 – Exemplo de um diagrama de Spaghetti (Allen, 2010).

Os passos para construir um diagrama de *Spaghetti* são bastante simples (Allen, 2010):

1. Obter o *layout* da área ou criar um;
2. Escolher o que seguir (materiais e/ou pessoas);
3. Registrar todos os movimentos observados, através de uma curva contínua;
4. Calcular a distância total percorrida;
5. Estimar o tempo de viagem;
6. Realizar um *brainstorming* no final para identificar os movimentos excessivos e desnecessários;
7. Reorganizar os fluxos utilizando um novo *layout*;
8. Recalcular as distâncias percorridas e o tempo gasto;
9. Repetir os passos 6 e 7 se necessário.

2.4.5. Mapeamento do fluxo de valor (VSM)

O fluxo de valor é geralmente definido na bibliografia como sendo o conjunto de todas as atividades (com ou sem valor agregado) necessárias para se obter um determinado produto (ou família de produtos) ou serviço.

O mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping* – VSM) consiste em “mapear os fluxos de um processo, em termos de informações e de materiais, necessários para coordenar as atividades desenvolvidas pelos produtores, fornecedores e distribuidores para entregar um produto ao cliente” (Sundar et al., 2014, p. 2).

Reduzir os desperdícios e melhorar o fluxo são dois dos principais objetivos da filosofia *Lean*. Porém, para reduzir ou eliminar os desperdícios é primeiro necessário saber onde eles existem. O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta *Lean*, que permite identificar os principais desperdícios existentes num processo produtivo, especialmente os desperdícios associados ao excesso de produção, *stock*, defeitos e movimentação. Outros tipos de desperdícios requerem uma análise mais detalhada e o uso de outras ferramentas *Lean* (Rother & Shook, 1999).

O mapeamento do fluxo de valor é uma representação visual, que utiliza símbolos/ícones próprios (Figura 5), para relatar o fluxo de materiais e de informação, desde o cliente até ao fornecedor, relativos a um determinado produto ou família de produtos (Rother & Shook, 1999). Facilita a identificação das atividades que agregam valor e aquelas que não o agregam (Gupta & Jain, 2013; Sundar et al., 2014), bem como a visualização das interações entre as diversas atividades, o tempo necessário para realizar cada tarefa e o tempo de espera entre elas (Rossi et al., 2012).

O mapeamento do fluxo de valor engloba várias etapas (Figura 6). Num primeiro momento é identificado o produto ou família de produtos a mapear. De seguida desenhado/mapeado o estado atual do processo. Este mapa é criado enquanto se caminha pelo chão de fábrica correspondendo a uma foto do momento, isto é, a um instantâneo de como o fluxo estava a ocorrer num determinado momento (Rahani & Al-Ashraf, 2012; Vinodh, Selvaraj, Chinthra, & Vimal, 2015). Depois, com base na análise do primeiro mapa, é desenhado um mapa do estado futuro do fluxo de valor, que visa reduzir os desperdícios, reduzir o *stock*, diminuir os tempos (processo e espera), os gargalos e melhorar o fluxo do material (Rother & Shook, 1999).

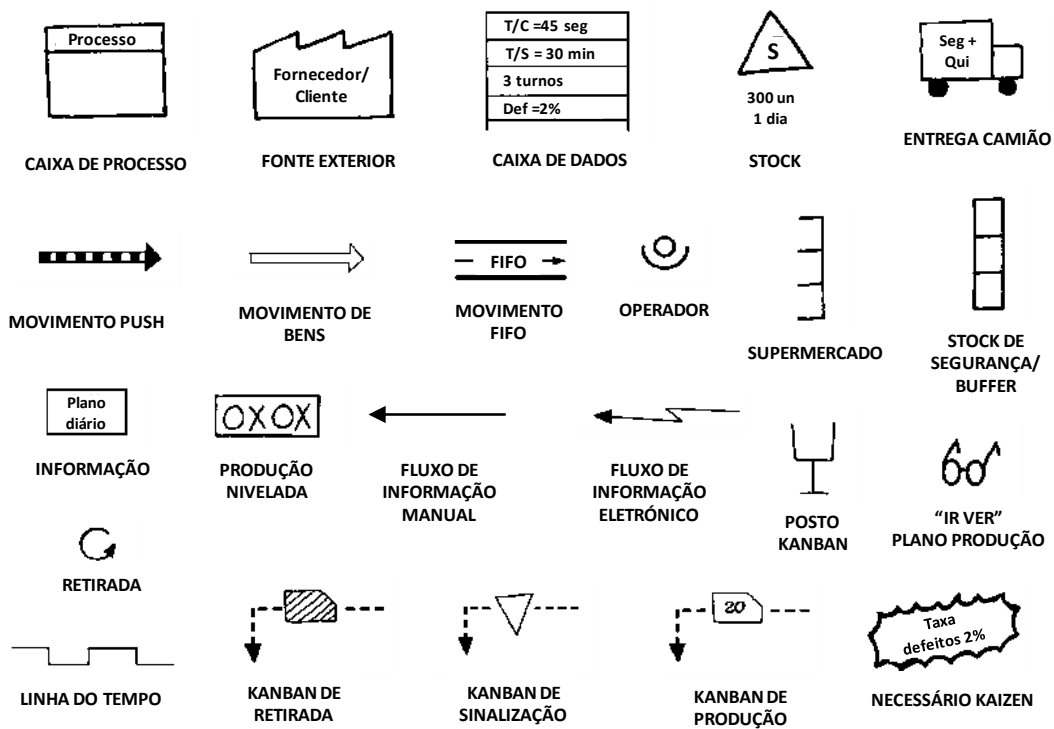


Figura 5 – Ícones usados no mapeamento do fluxo de valor (adaptado de Rother & Shook, 1999).

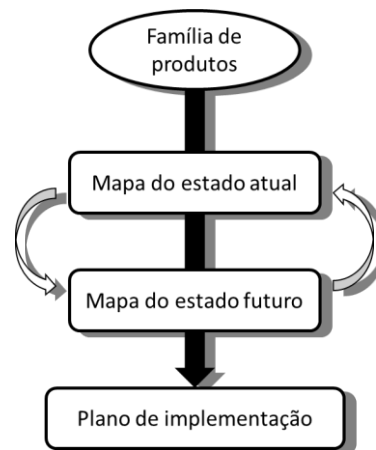


Figura 6 – Principais etapas do VSM (adaptado de Rother & Shook, 1999).

É importante referir que o desenvolvimento dos mapas atual e futuro não são processos independentes, pois muitas das ideias para o mapa futuro surgem enquanto estamos a mapear o estado atual; por outro lado, quando estamos a mapear o mapa futuro, podem surgir informações que foram anteriormente ignoradas no mapa atual, que pode ser assim revisto. Por último, temos a preparação do plano de implementação para alcançar os objetivos definidos na etapa anterior, que descreve todos os passos necessários para atingir o estado futuro (Rahani & Al-Ashraf, 2012;

Rother & Shook, 1999). De acordo com Rother & Shook (1999), à medida que o estado futuro vai sendo implementado é importante desenhar um novo mapa, criando assim um ciclo de melhoria contínua ao nível do fluxo de valor.

As métricas *Lean* são bastante importantes quando se está a analisar o fluxo de valor pois permitem eliminar atividades que não agregam valor. As métricas analisadas no mapeamento do fluxo de valor são (Rother & Shook, 1999):

- *Lead time* – Tempo necessário para realizar uma determinada tarefa, incluindo o tempo de processamento e o tempo não produtivo.
- Tempo *takt* – tempo que define o ritmo da produção e que depende da procura do cliente, ou seja, é a taxa de produção de um determinado produto, que deve ser mantida pela empresa, para atender à procura do cliente, de acordo com a Equação 1 (Abdulmalek e Rajgopal, 2007 citado por Vinodh et al., 2015).
- Disponibilidade da máquina – diferença entre o tempo total de produção e o tempo de inatividade planeado (p.e. % de avarias, % de manutenções) (Abdulmalek e Rajgopal, 2007 citado por Vinodh et al., 2015).

$$\text{Tempo takt} = \frac{\text{Tempo de produção disponível}}{\text{Procura}} \quad (1)$$

Para definir o mapa do estado futuro, tendo em conta os princípios básicos do *Lean* devem ser seguidos os seguintes passos (Rother & Shook, 1999):

1. Produzir de acordo com o tempo *takt*, ou seja, sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas;
2. Desenvolver um fluxo contínuo sempre que possível, ou seja, produzir uma peça de cada vez, sendo esta passada para o processo seguinte sem nenhuma paragem;
3. Usar supermercados para a produção onde o fluxo contínuo não é possível. Ao colocar um supermercado entre dois processos, quando o fluxo contínuo não se estende a montante, a retirada de elementos do supermercado vai dar uma ordem de produção ao processo a montante sem tentar programar;
4. Definir qual o processo puxador ou *pacemaker*, ou seja, programar apenas num ponto do fluxo de valor. O *pacemaker* é o ponto que vai definir o ritmo de produção de todos os processos anteriores. Geralmente, no mapa futuro, o *pacemaker* é o processo de produção que é controlado pelos pedidos dos clientes externos;
5. Nivelar o *mix* de produção, ou seja, distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período. Quanto mais nivelado for o *mix* de produtos no

processo puxador, mais fácil será para a empresa responder às diferentes solicitações dos clientes com um menor *lead time*, enquanto mantém um *stock* menor de produtos acabados e permite que os supermercados sejam menores;

6. Nivelar o volume de produção, ou seja, estabelecer um ritmo de produção consistente de forma a criar um fluxo de produção previsível, o que vai permitir identificar os problemas mal eles ocorram e tomar as devidas ações corretivas. Uma das ferramentas usadas para nivelar o *mix* e o volume de produção é o quadro de nivelamento de carga, conhecido também por caixa *Heijunka*;
7. Desenvolver a capacidade de fazer “todas as partes todos os dias” nos processos a montante do processo puxador, através da redução dos tempos de troca e da diminuição dos lotes produzidos nos processos a montante.

2.4.6. Relatório A3

O relatório A3 foi desenvolvido pela *Toyota Motor Corporation* sendo usado para propor soluções para problemas, descrever o estado de projetos em curso e reportar resultados de atividades de melhoria (Sobek & Jimmerson, 2004).

O nome do relatório A3 deriva do facto de este ser escrito apenas numa única folha de papel de tamanho A3. O seu preenchimento deve ser feito, sempre que possível com recurso a gráficos, esquemas e fotos para facilitar a sua leitura e compreensão (Sobek & Jimmerson, 2004).

O fluxo geral deste relatório, ilustrado na Figura 7, baseia-se no ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), iniciando-se no lado esquerdo da folha, de cima para baixo continuando do lado direito de cima para abaixo. O lado esquerdo é dedicado ao planeamento, enquanto o lado direito é dedicado ao fazer, verificar e agir (Sobek & Smalley, 2008).

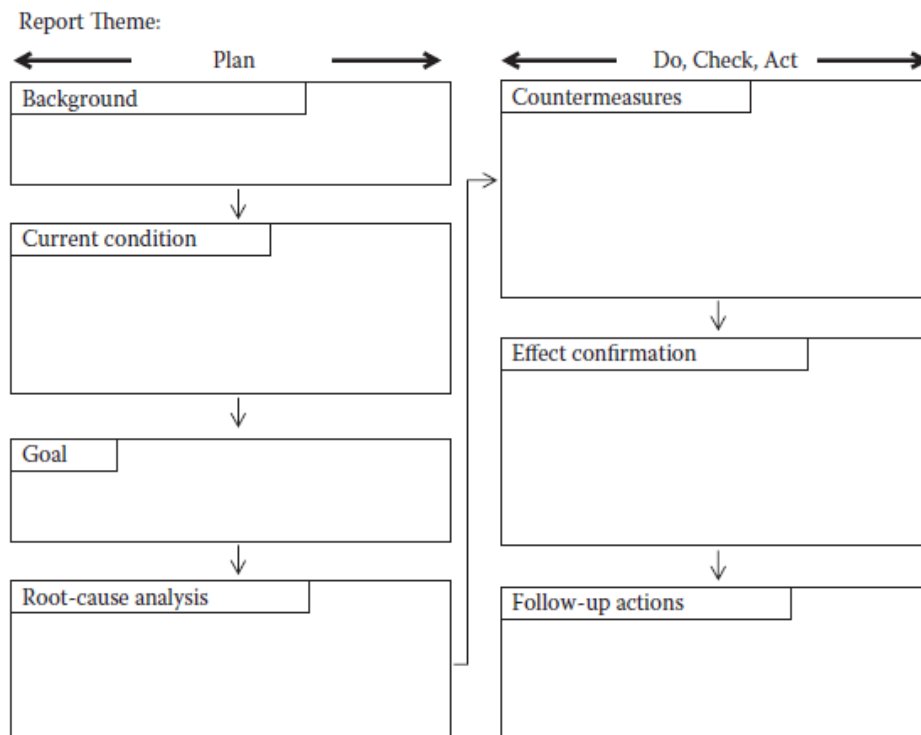


Figura 7 – Fluxo geral do relatório A3 usado na resolução de problemas (Sobek & Smalley, 2008).

Apesar de poderem existir algumas variações na estrutura do relatório, consoante a mensagem que se quer transmitir, tipicamente este é constituído por 7 secções, além do título/tema (Sobek & Smalley, 2008):

- **Título ou tema** – deve descrever de forma objetiva o problema abordado no relatório, como por exemplo, “Melhorar a produtividade na estampagem” ou “Reduzir o tempo de entrega na montagem”, em vez de defender uma solução específica;
- **Histórico** – deve apresentar a informação necessária e pertinente para perceber qual a dimensão e importância do problema, e ser adaptada de acordo com o público-alvo do relatório. Pode incluir como é que o problema foi descoberto, as várias partes envolvidas, os sintomas do problema, desempenho anterior, estrutura da organização, entre outros;
- **Estado atual** – deve descrever de forma simples e visual, através de gráficos, tabelas, esquemas e/ou figuras, os elementos críticos de um processo ou sistema que originaram o problema. Idealmente nesta secção deve ser quantificada a extensão do problema através de números apresentados em gráficos ou numericamente;
- **Objetivo** – deve definir claramente a meta a atingir ou um estado futuro para a situação retratada anteriormente e deve ser quantificável, para que posteriormente se possa avaliar a eficácia das ações tomadas;

- **Análise** – deve identificar a causa raiz dos sintomas do problema. A técnica mais comum é o método dos 5 porquês, mas existem outras ferramentas como o diagrama de *Ishikawa* ou o diagrama de Pareto. Independentemente da técnica utilizada, o importante é demonstrar a relação entre a causa e o efeito;
- **Contramedidas** – descreve as melhorias necessárias para a solução de um problema e assemelha-se a uma lista de ações. As melhorias devem ser claras, apresentar um responsável e um prazo para serem alcançadas;
- **Plano de implementação** – deve descrever todos os passos a seguir para se atingir o estado futuro. O plano deve incluir para cada contramedida proposta todas as tarefas a realizar, os membros da equipa, os recursos e tempo necessários;
- **Acompanhamento e indicadores** – deve refletir quais são as mudanças necessárias para evitar a recorrência do problema, o que falta realizar, quem deve ser informado.

2.4.7. *Standard work*

O *standard work* (trabalho padrão/padronizado) é uma metodologia usada para padronizar o trabalho de forma a que os processos sejam executados de forma consistente, repetível e em tempo útil para eliminar a variabilidade do processo e melhorar o rendimento do posto de trabalho (Monden, 1993, citado por Lu & Yang, 2015). A padronização do trabalho resulta num conjunto de procedimentos operacionais padrão que contêm todo o processo de trabalho do operador, ou seja, as etapas do processo e a sua sequência, o tempo de ciclo, o *work-in-progress*, o controlo operacional, entre outros (Sundar et al., 2014).

O *standard work* possui três elementos fundamentais (Williams, 2001):

- **Tempo *takt*** – tal como referido anteriormente, representa a taxa de consumo do cliente e é determinada dividindo o tempo disponível para produzir pela procura do cliente. A gestão do tempo *takt* vai permitir detetar condições anormais e reorganizar o trabalho de acordo com a procura (Williams, 2001);
- **Sequência de trabalho padrão** – representa o conjunto de etapas necessárias para realizar uma determinada tarefa, correspondendo à forma mais adequada e mais segura de executar essa tarefa (Bragança & Costa, 2015). Quanto mais estáveis e repetíveis forem as etapas de posto para posto, mais eficiente será o processo (Williams, 2001);
- ***Work-in-process* padrão** – representa a quantidade mínima de *stock* de *work-in-process* necessária para que as operações se desenvolvam sem problemas, paragens e

com um fluxo contínuo. Tanto o excesso como o *stock* insuficiente podem diminuir a produtividade (Williams, 2001).

Depois de estar estabelecido o *standard work* é possível controlar melhor todo o processo de produção relativamente à flutuação da procura (Sundar et al., 2014), é mais fácil detetar anormalidades que surjam no processo e implementar medidas para evitar a sua recorrência (Williams, 2001), o número de erros é menor e a formação de novos operadores é simplificada (Marksberry, Rammohan, & Vu, 2011). De acordo com Taiichi Ohno “*There can be no improvement where there is no standard*”, que traduzido nos diz, que não pode haver melhorias onde não há padrões (citado por Williams, 2001). Ao documentar as melhores práticas o *standard work* torna-se a linha base para a melhoria contínua (Bragança & Costa, 2015; Williams, 2001). O *standard work* não implica que as rotinas de trabalho não possam ser alteradas, pelo contrário, o *standard work* deve ser regularmente monitorizado e sujeito a revisão conforme necessário, sendo igualmente importante manter os operadores envolvidos e comprometê-los durante todo o processo (Williams, 2001).

3. GESTÃO VISUAL, PADRONIZAÇÃO E MELHORIA CONTÍNUA

3.1. Introdução

Este capítulo inicia-se com a descrição do processo produtivo da linha de pastas, não só porque são os seus produtos que servem como base para o processo de produção na linha de Tinting, mas também por ser nesta linha que é atualmente produzida a pasta que alimenta a linha de pastas de 2-8kg. De seguida é apresentado o trabalho desenvolvido durante o estágio curricular na Weber Portugal para atingir os objetivos propostos relativamente à linha de Tinting de Aveiro, à linha de pastas de 2-8kg e à verificação do respeito pelos *standards* do grupo Saint-Gobain, especificamente a implementação dos quadros nas diversas áreas da empresa. Todas as ferramentas utilizadas são apresentadas, sendo discutidos os resultados obtidos e propostas ações de melhoria.

3.2. Descrição do processo produtivo das pastas

A linha de pastas de Aveiro produz produtos em pasta desde colas adesivas e rebocos acrílicos para paredes a membranas de impermeabilização. Esta linha tanto produz diferentes produtos acabados, prontos a aplicar pelo cliente, como produtos semiacabados.

Os produtos acabados são acondicionados em baldes de 20kg e 25kg. Os semiacabados, são acondicionados em baldes de 20kg, 25kg e 15l e, posteriormente, vão para a linha de Tinting de Aveiro ou do Carregado para serem acabados (ou seja, para afinar a cor). Existe um novo produto, uma pasta para betumar juntas (designado por Evolution), lançado em abril de 2019, que é produzido num dos misturadores da linha de pastas, sendo posteriormente transferido para uma panela (reservatório) com capacidade máxima de 1000kg, e levado para a linha de pastas de 2-8kg.

A linha de pastas principal, representada na Figura 8, é constituída por:

- 7 silos para armazenar as matérias-primas maioritárias (areias e carbonatos);
- 4 reservatórios de resina e 1 contentor (designado por IBC – *Intermediate Bulk Container*);
- 1 reservatório de água;
- 2 balanças para dosificar as matérias que vêm dos silos;
- 1 balança para dosificação manual dos componentes aditivos;
- 2 tolvas;
- 3 misturadores, onde são misturados todos os componentes;
- uma linha de enchimento dos baldes;
- um robot de paletização.

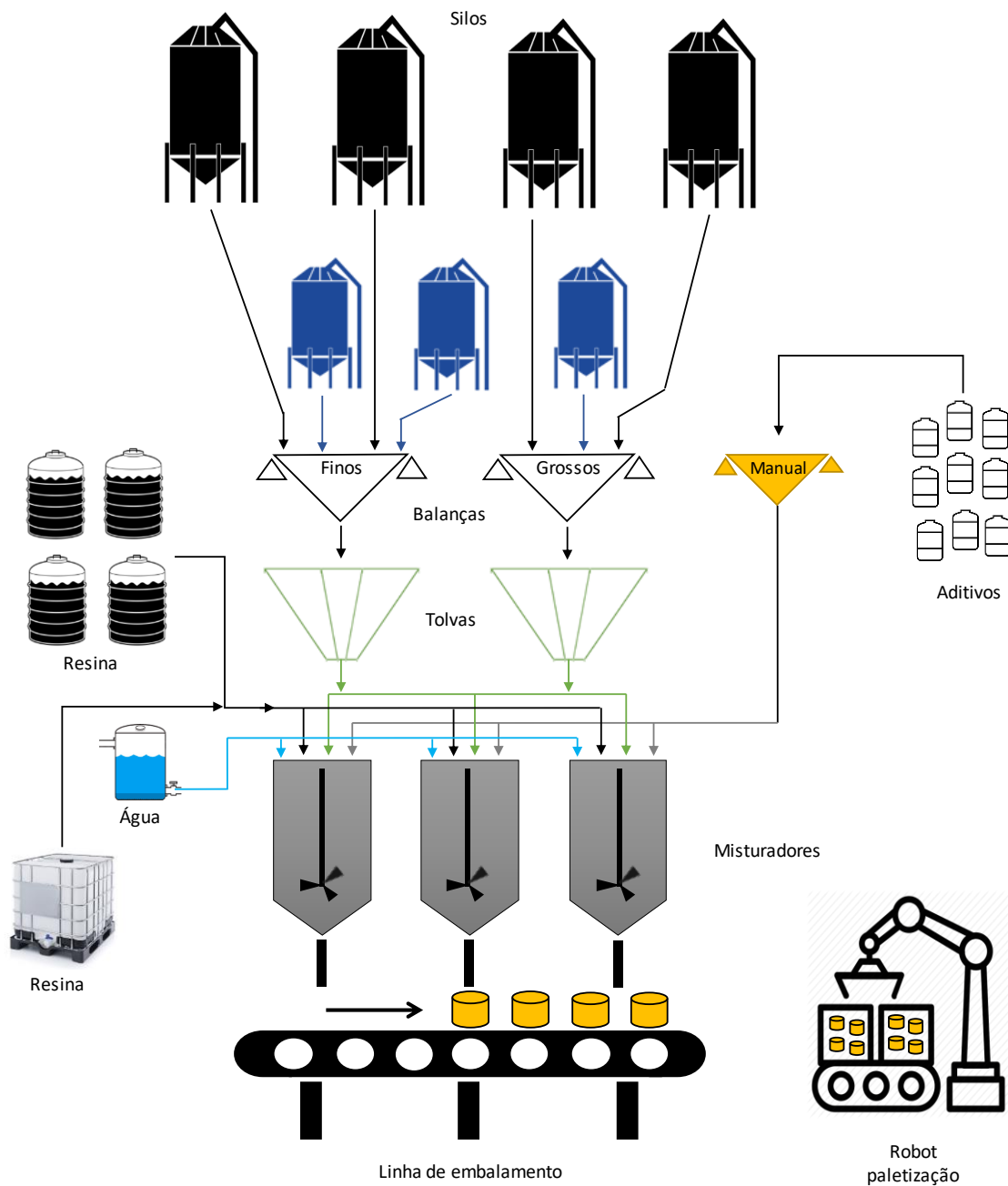


Figura 8 – Ilustração da constituição da linha de pastas de Aveiro.

O processo produtivo de um determinado produto começa, então, pela dosificação automática, nas balanças, das matérias-primas que estão armazenadas nos silos. Como as balanças por vezes não têm capacidade suficiente torna-se necessário armazenar provisoriamente nas tolvas as matérias-primas já pesadas para poder pesar mais matérias-primas nas balanças.

Enquanto está a decorrer esta dosificação automática (balanças e tolvas), está a ser feita a dosificação manual dos aditivos, que depois de pesados são colocados diretamente no misturador. A estes componentes são adicionadas as resinas e a água.

Depois de todos os componentes estarem devidamente misturados, obtendo-se o chamado “gel”, segue uma amostra para o controlo de qualidade. Só após o controlo de qualidade aprovar as propriedades do gel produzido, é que é feita a mistura do gel contido no misturador com a matéria armazenada nas tolvas, dando origem então ao produto final, que também é sujeito ao controlo de qualidade. O produto é, então, colocado nos baldes, que seguem na linha e são acondicionados em paletes através de um robot de paletização.

Caso o gel não seja aprovado pelo controlo de qualidade é colocado num IBC, para posterior aproveitamento ou para sanear, ou seja, é colocado num depósito adequado para ser posteriormente recolhido por uma entidade certificada para o tratamento deste tipo de resíduos, e é produzido um novo gel. Este controlo intermédio evita que se desperdice toda a matéria utilizada caso haja algum problema durante a produção do gel.

A referida linha funciona a dois turnos, das 6h às 14h e das 14h às 22h. O tempo de produção varia de produto para produto sendo sempre necessário lavar o misturador após a troca de produção de um produto para outro. Este tempo de preparação dura cerca de 30min. Como temos três misturadores, quando uma mistura está pronta a entrar na linha de enchimento de baldes, pode ser iniciada a produção de outro produto noutro misturador, eliminando os tempos de troca entre produções de produtos diferentes.

3.3. Linha de Tinting de Aveiro

3.3.1. Enquadramento

A linha de produção Tinting tem como função modificar a cor base das pastas, através da adição de pigmentos, nas devidas dosagens, e a sua mistura de forma a obter a coloração pretendida pelo cliente.

A Weber Portugal possui atualmente 2 linhas de Tinting, uma em Aveiro e outra no Carregado. Devido à elevada procura destes produtos na região norte do país, em 2016 foi instalada uma linha de Tinting, mais pequena, em Aveiro, para tentar dar resposta a esta procura e diminuir as movimentações de produtos acabados e semiacabados entre Aveiro e Carregado. Estas movimentações devem-se ao facto de as pastas utilizadas no Tinting serem produzidas na linha de pastas de Aveiro, o que obriga ao transporte das pastas semiacabadas até ao Carregado, onde são coloridas, e de novo para Aveiro, onde é feita a maioria da comercialização do produto final. Com a introdução da linha em Aveiro foi possível diminuir as movimentações Aveiro-Carregado, bem como diminuir a carga de trabalho na linha do Carregado.

A linha de Aveiro produz maioritariamente por encomenda, mas como não tem capacidade suficiente para responder a todas as encomendas, a linha do Carregado produz algumas cores para *stock* e auxilia a produção de encomendas quando é necessário. A produção de encomendas é sempre prioritária e só depois é que são produzidas as cores de *stock*, de acordo com o que saiu, tendo como base o método FIFO (*first-in first-out*).

Tendo em consideração o contínuo aumento da procura de produtos Tinting, pretendeu-se no âmbito deste projeto analisar o estado atual da linha de Tinting de Aveiro e propor soluções que permitam adaptá-la às novas necessidades, dando resposta ao aumento da procura, que se acentua especialmente no verão. Tendo em conta que a linha do Carregado produz para dar apoio à linha de Aveiro, dando vazão à elevada procura de produtos existente na região norte, também foi necessário recorrer à análise de alguns dados de produção e vendas desta linha, de forma a poder avaliar diferentes propostas de melhoria.

Para atingir os objetivos propostos procurou-se responder às seguintes questões:

- Qual o atual fluxo de valor da linha de Tinting de Aveiro?
- Existe algum gargalo no processo produtivo?
- Qual a proporção de tempo que o operador gasta nas diferentes tarefas?
- Qual a proporção de inatividade das máquinas?
- Qual o impacto das vendas destes produtos na faturação da empresa?
- Qual o crescimento da produção e vendas de produtos Tinting nos últimos anos?
- Qual a distribuição das vendas vs. produção?
- Em quantos dias foi necessário recorrer a horas extra devido à elevada procura?

3.3.2. Descrição do processo produtivo

O primeiro passo para caracterizar o estado atual da linha de Tinting de Aveiro consistiu na identificação do tipo de produtos base usados na produção, o tipo de planeamento usado, na observação direta do seu processo produtivo, na determinação do seu regime de funcionamento, na identificação das ferramentas informáticas utilizadas e na realização de entrevistas informais ao operador e ao responsável de produção.

Os produtos produzidos na linha de Tinting de Aveiro (Figura 9) vêm acondicionadas em baldes de 15l, 20kg, e 25kg, consoante o tipo de produto. Atualmente, existem 7 tipos de pastas que são coloridas nesta linha:

- Weberplast decor M – 110 cores
- Weberplast decor F – 110 cores
- Weberplast decor plus – 150 cores

- Weberprim regulador – 110 cores
- Weberprim regulador plus – 150 cores
- Weberplast color – 150 cores
- Weberdry lastic – 3 cores

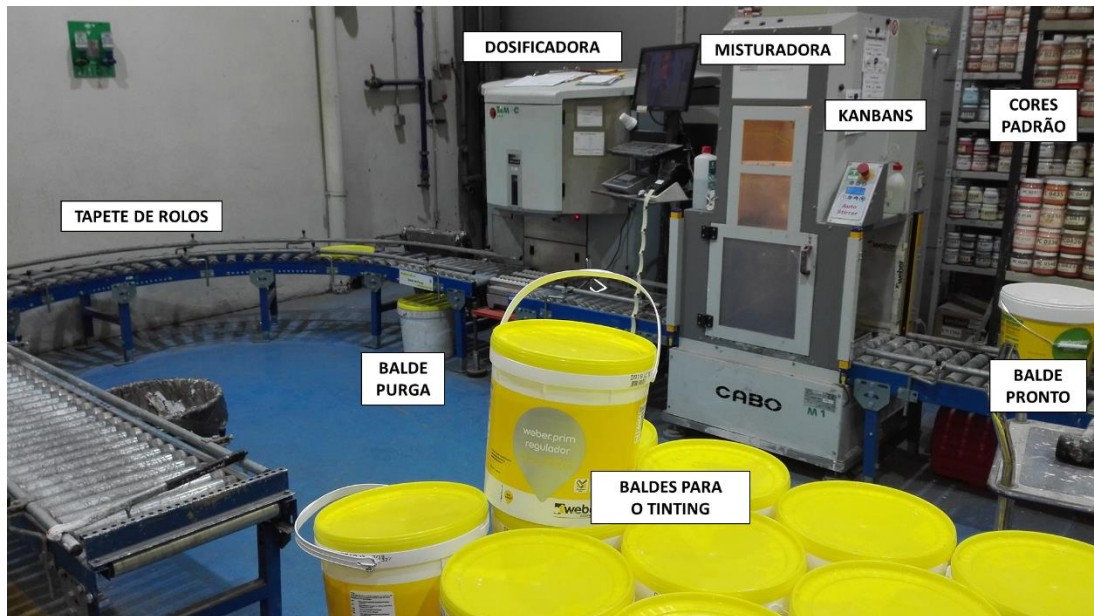


Figura 9 – Layout geral da linha de Tinting de Aveiro.

A linha de Aveiro funciona apenas com um operador, das 9h às 18h, 5 dias por semana, produzindo maioritariamente por encomenda e apenas uma pequena quantidade de *stock* do produto Weberprim Regulador.

A linha do Carregado também funciona apenas com um operador, a um turno, e produz maioritariamente cores para *stock* e algumas encomendas, sobretudo para apoiar a linha de Aveiro. Esta linha tem uma capacidade produtiva superior à de Aveiro pois o equipamento e tecnologia utilizados são diferentes e, portanto, o processo é praticamente todo automatizado, enquanto em Aveiro existem muitos passos no processo que são realizados manualmente pelo operador.

As encomendas são registadas pelo Serviço a Clientes eletronicamente e o planeamento é feito utilizando o sistema SAP, que gera ordens de produção 2 vezes por dia, às 9h e às 13h. O controlo de qualidade é feito em laboratório, geralmente 2 vezes por dia. Assim, por exemplo, uma encomenda que seja feita numa segunda-feira de manhã, será produzida durante a tarde e estará pronta para expedir na terça-feira de manhã. Se a encomenda for registada depois das 13h, só será produzida na manhã seguinte, quando for gerada a ordem de produção às 9h, e só estará pronta na quarta-feira de manhã.

O processo de produção na linha de Tinting de Aveiro inicia-se às 9h, quando o operador liga as máquinas (a dosificadora, a misturadora e o computador). De seguida, o operador vai verificar no sistema SAP quais são as ordens planeadas para a manhã, e converte essas ordens planeadas em ordens de produção, ou seja, dá indicação ao sistema de que foi iniciada a produção das encomendas.

Depois de ligar a máquina dosificadora, esta inicia a purga automática dos depósitos dos pigmentos para um balde, para evitar que a sedimentação dos pigmentos no depósito altere as propriedades das cores formuladas. A máquina faz este processo de forma autónoma, e demora cerca de 15min até ficar totalmente operacional. Entretanto, enquanto a dosificadora faz a purga, o operador imprime os seus *kanbans* de produção.

Antes de iniciar a produção o operador vai recolher os frascos com as cores padrão que vai produzir e coloca-as no seu carrinho de apoio. Depois recolhe uma paleta de baldes de pasta (de cor base) para pigmentar, com o auxílio do porta-paletes elétrico, e coloca-a junto ao tapete de rolos livres. O *stock* desta linha encontra-se na parte exterior, ao longo do posto de produção e também do armazém da expedição.

No computador que controla a dosificadora, o operador insere a referência da cor que vai produzir e o respetivo número de baldes e imprime as etiquetas. De seguida o operador começa a preparar os baldes, ou seja, coloca os baldes a produzir na linha de rolos livres com o auxílio de um braço mecânico (uma medida para evitar sobre esforços por parte do operador), cola as respetivas etiquetas com a referência da cor e retira a tampa e o plástico de proteção dos baldes (Figura 10).

Depois de programar a dosificadora, indicando qual é a referência da cor a produzir, o operador encaminha o primeiro balde para a balança da dosificadora, que depois de estabilizar começa a adicionar os pigmentos necessários para obter a cor programada. Geralmente, as cores produzidas são compostas por 1 a 3 pigmentos. Quanto mais pigmentos possuir, mais demorado é o processo de dosificação. Enquanto são adicionados os pigmentos, o operador coloca uma amostra da cor padrão no azulejo para posterior controlo da qualidade.

Terminada a dosificação dos pigmentos, o operador desloca o balde para a máquina de mistura (misturadora), escolhe o programa apropriado e dá início ao processo de mistura. Existem 4 programas diferentes e a sua escolha depende do tipo de pasta a misturar. Entretanto, coloca outro balde na dosificadora, enquanto o primeiro balde está na misturadora.

Quando o processo de mistura do 1º balde termina o operador desloca o balde para fora da máquina e retira uma amostra do balde, que coloca no azulejo onde já tinha colocado anteriormente uma amostra da cor padrão a produzir, e verifica visualmente se as cores coincidem. A retirada das amostras dos baldes produzidos é feita consoante determinadas normas. Desta forma, é sempre retirada uma amostra do primeiro e do último balde produzido, depois do quinto balde, do décimo

balde e depois de dez em dez baldes. Por exemplo, numa encomenda de 4 baldes é retirada uma amostra do primeiro e do quarto balde. Além deste controlo visual, é feito posteriormente o controlo de qualidade das cores produzidas em laboratório através de um colorímetro, que avalia se as cores produzidas estão conformes com as cores padrão. Se as amostras não estiverem conformes há duas hipóteses: ou é possível recuperar o balde para a produção de outra cor ou, se tal não for possível, o balde é descartado, indo para saneamento, tendo de se produzir novamente a encomenda. Neste caso o saneamento consiste em colocar os baldes numa palete para que estes sejam posteriormente recolhidos por uma entidade certificada para o tratamento deste tipo de resíduos.

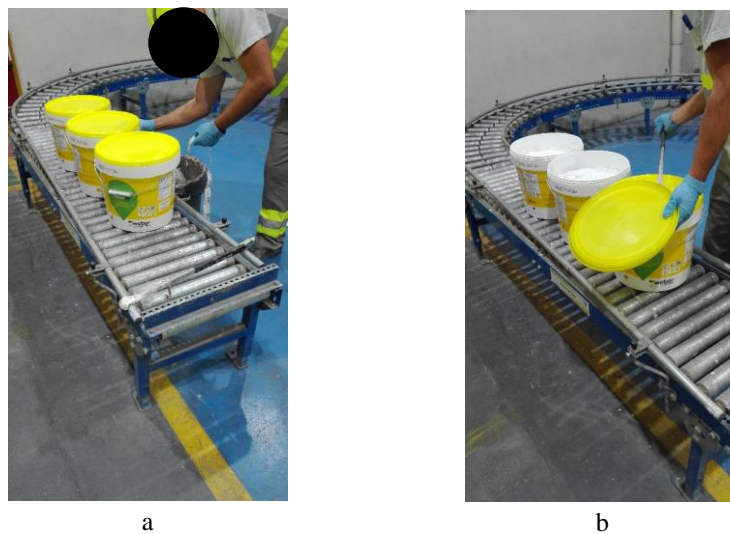


Figura 10 – a) Colocação das etiquetas; b) Retirada das tampas dos baldes.

De seguida, o operador fecha o balde e coloca-o na palete de produto acabado. O processo de produção desenrola-se assim sucessivamente, enquanto um balde está na misturadora, outro balde está na dosificadora. Em simultâneo o operador retira as amostras para o controlo de qualidade, imprime novas etiquetas, retira e coloca as tampas dos baldes, arruma os baldes de produto acabado numa palete e vai recolher mais baldes de cor padrão para produzir, se necessário. O processo é praticamente manual, exceto a dosificação e a mistura dos pigmentos no balde. Quando uma encomenda fica pronta, o operador junta o respetivo *kanban* de produção.

No final da manhã, depois de as encomendas ficarem prontas, o operador converte as respetivas ordens de produção em *stock*, e leva as mesmas para o armazém de expedição. No período da tarde o processo produtivo é igual ao descrito anteriormente.

A expedição só pode imprimir a *picking* da encomenda após o laboratório realizar o controlo de qualidade e liberar o *stock* no sistema. Na Figura 11 é apresentado o fluxograma do processo produtivo descrito anteriormente.

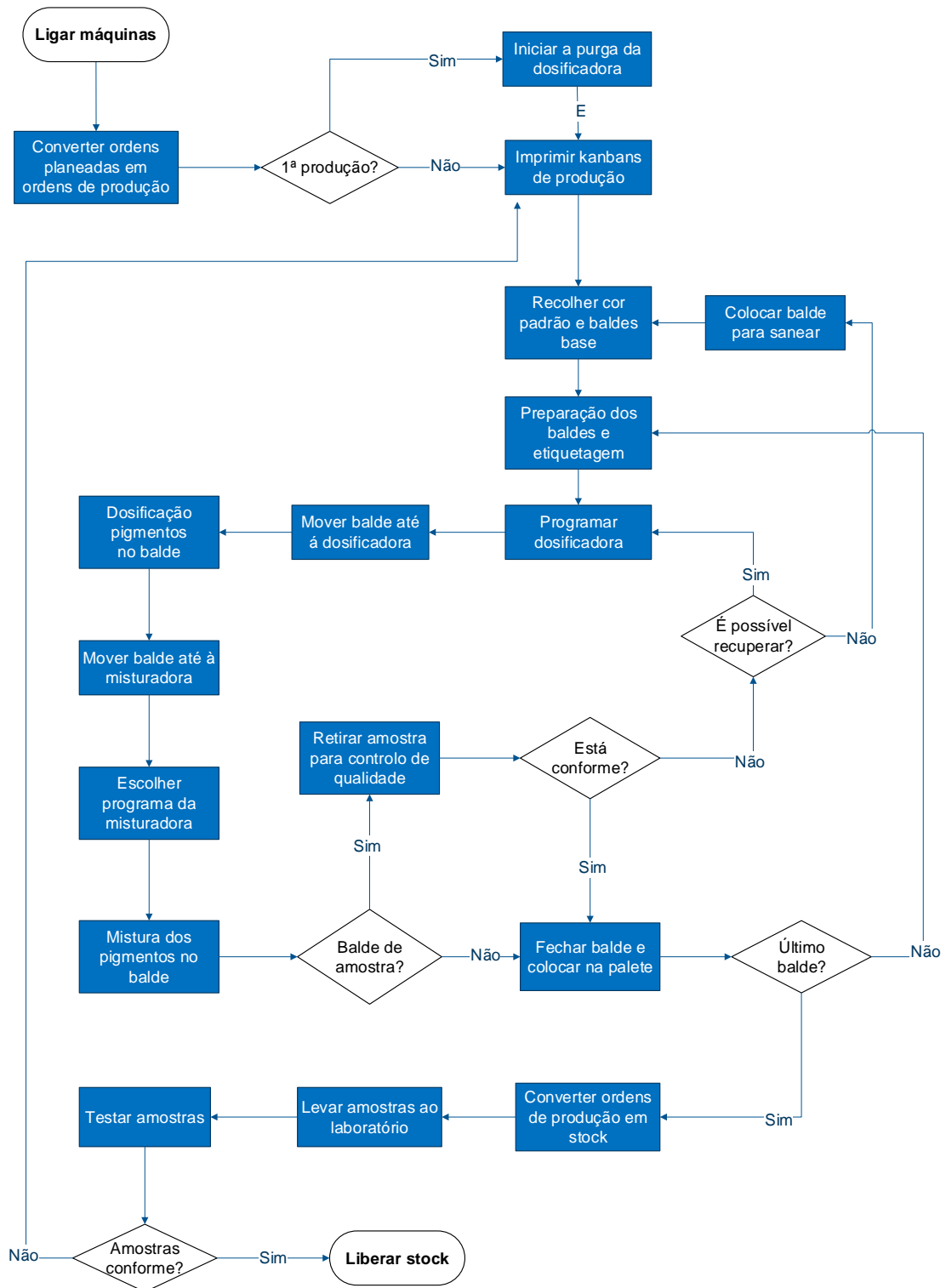


Figura 11 – Fluxograma do processo produtivo da linha de Tinting de Aveiro.

3.3.3. VSM do estado atual

Como já foi referido, o VSM é uma técnica *Lean* usada para modelar os fluxos de material e informação numa linha de produção e projetar a melhoria do processo, com base na redução ou eliminação dos desperdícios identificados.

Para mapear o fluxo de valor atual da linha de Tinting, além de compreender todos os passos do processo produtivo e dos fluxos de informação, descritos no ponto anterior, foi também necessário a cronometragem de tempos e a recolha e análise de dados relativos às suas vendas e produções. Na Figura 16 podemos ver o resultado do mapeamento do fluxo de valor relativo ao estado atual da linha de Tinting de Aveiro.

O mapeamento começa com o fluxo de informação, na parte superior do mapa, e deve ser feito da direita para a esquerda. Portanto, à direita temos o cliente, que se representa pelo ícone de fábrica, cuja encomenda é registada no sistema SAP pelo Serviço a clientes, que está representado com uma caixa de processo. O sistema encontra-se parametrizado para calcular todas as necessidades em termos de matérias-primas (pigmentos, produtos base e acabados). No caso dos pigmentos são enviadas encomendas pois trata-se de um fornecedor externo, enquanto no caso dos produtos base são enviadas ordens de produção internas, visto que a produção destas matérias-primas é realizada na linha de pastas de Aveiro. Para as encomendas dos produtos que não existem em *stock*, o sistema calcula as respetivas necessidades e envia as ordens planeadas para os fornecedores (linha de pastas e pigmentos) e para a linha de produção Tinting. O fluxo de informação (diário) encontra-se representado com uma seta na forma de um raio pois a informação flui eletronicamente (Figura 12).

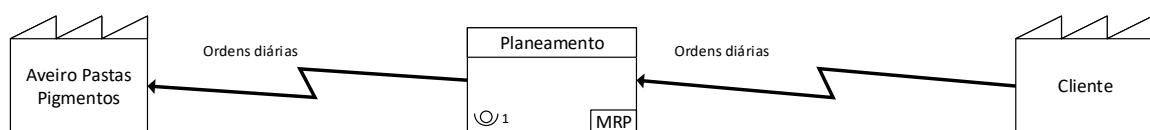


Figura 12 – Fluxo de informação ente clientes, empresa e fornecedores.

No caso dos produtos Werberprim Regulador existe um determinado *stock* armazenado num supermercado. Desta forma, se o produto encomendado for Werberprim Regulador, o Serviço a Clientes pode emitir a respetiva *picking* e a expedição pode retirar o produto do supermercado através de um *kanban* de retirada (Figura 13).

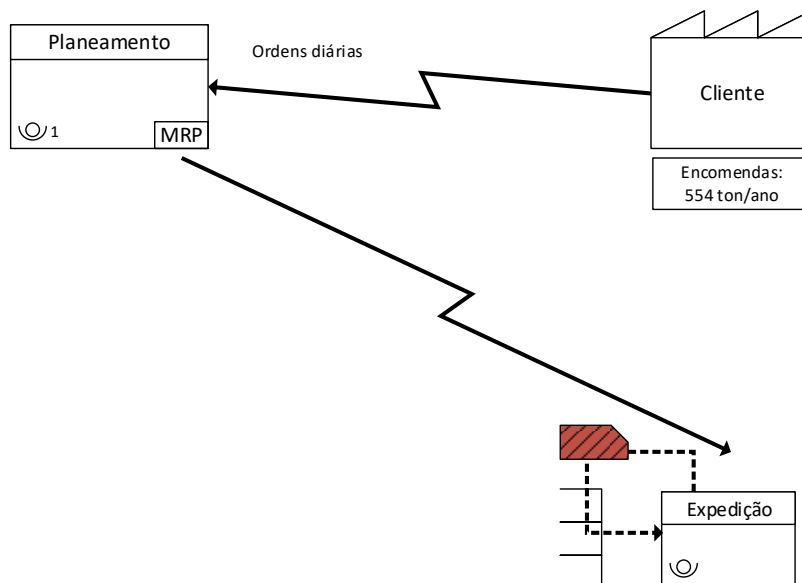


Figura 13 – Fluxo de informação e retirada de *stock* do supermercado.

A partir das informações em SAP o planeador (neste caso, o operador da linha) vai planejar a produção da linha de acordo com as encomendas. Caso o planeador preveja que não consegue produzir todas as encomendas, redireciona algumas delas para a linha de produção do Carregado.

O fluxo de informação entre o planeamento e a dosificação possui um ícone inserido “OXOX”, que significa que o *mix* de produtos é nivelado, para responder às diferentes encomendas dos clientes.

Passando agora ao fluxo do produto físico, na parte inferior do mapa temos então o fluxo de material que inclui todas as etapas básicas de produção, que são representadas por caixas de processo, e também todos os dados necessários para definir o estado futuro, que são apresentados numa caixa de dados, sobre a respetiva caixa de processo.

Portanto, quando o sistema recebe uma encomenda converte-a numa ordem planeada que, depois é convertida em ordem de produção no SAP pelo operador, indicando ao sistema que a produção daqueles produtos foi iniciada. Após as encomendas estarem prontas, o operador converte as respetivas ordens planeadas em *stock* no sistema. Estas encomendas ficam bloqueadas, ou seja, não pode ser emitida a sua *picking*, até que o controlo de qualidade confirme no sistema que está tudo conforme.

Em relação ao ícone de fábrica que representa o cliente, importa referir que a informação apresentada debaixo deste ícone (554 ton/ano) representa o número médio de encomendas que foram realizadas ao centro de Aveiro e que foram efetivamente produzidas pela linha de Tinting em Aveiro. Embora se tenha verificado que o número médio global de encomendas é superior em

Aveiro, muitas dessas encomendas foram produzidas na linha do Carregado e neste mapa pretende-se apenas analisar o fluxo de valor da linha de Aveiro.

O ícone de camião e a seta larga do lado esquerdo do mapa indicam o movimento das matérias-primas até à empresa enquanto à direita indicam o movimento dos produtos acabados até ao cliente. Estes movimentos possuem uma frequência diária.

Como já foi referido, sobre as caixas de cada processo (que representam cada etapa do processo) temos caixas com os dados relativos a essa etapa. Os tempos de ciclo (T/C) e os tempos de *setup* (T/S) para cada etapa foram obtidos através da observação direta dos processos e pela recolha de tempos com o auxílio de um cronómetro. Os tempos de ciclo obtidos correspondem aos tempos de processamento em cada etapa e representam valores médios. Na Figura 14 é apresentado o gráfico de *Gant* obtido durante a produção do produto Weberplast decor F, referência 4057, onde é possível ver os tempos de ciclo relativos à dosificação e à mistura, e ainda o intervalo de tempo entre as duas etapas. Na Tabela 1 são apresentadas as estatísticas descritivas relativas aos tempos de ciclo médios obtidos e ao tempo médio de espera (intervalo) entre as etapas de dosificação e de mistura.

A disponibilidade do equipamento (Disp) corresponde à percentagem de tempo em que este esteve disponível para exercer a sua função, excluindo paragens não programadas. Para os dois equipamentos foi considerada uma disponibilidade de 100%, visto não haver histórico de avarias graves e porque a sua manutenção preventiva é realizada fora dos picos de produção, não afetando a mesma.

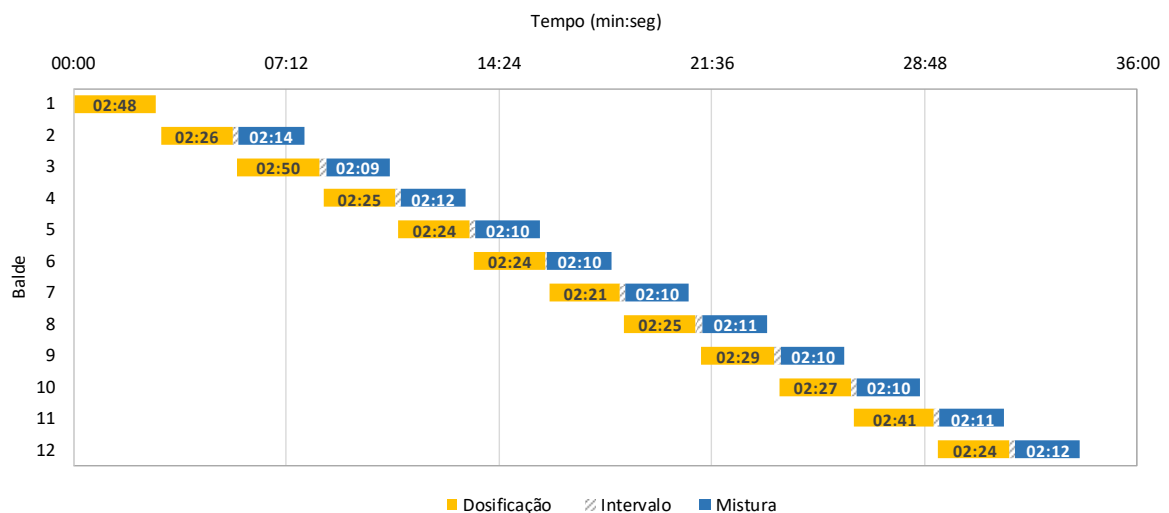


Figura 14 – Gráfico de *Gant* obtido para a produção de Weberplast decor F, referência 4057.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas para os tempos de ciclo e para o tempo de espera médio entre etapas, em segundos.

	Dosificação	Intervalo	Mistura
Nº amostras (un)	63	58	63
Média (seg)	157	13	112
Desvio-padrão (seg)	21,9	4,3	22,8
Mínimo (seg)	101	4	81
Máximo (seg)	210	24	141

O tempo de ciclo médio para as etapas de dosificação e de mistura foi de 157s e 112s, respetivamente, com base em 63 amostras. O tempo médio de espera entre a dosificação e a mistura foi de 13s, com base em 58 amostras. Como podemos verificar os desvios-padrão são elevados, porque, como já foi referido, o tempo de ciclo da dosificação depende do número e quantidade de pigmentos a adicionar para a referência a produzir, enquanto o tempo de ciclo da mistura vai depender do produto a misturar.

Para completar a linha do tempo que se encontra na parte inferior do mapa sob as caixas de processo e os triângulos de *stock*, foi necessário calcular *lead time* para cada triângulo de *stock*. Para cada etapa (caixa de processo) o *lead time* corresponde ao tempo de ciclo.

O *lead time* (em dias) dos triângulos de *stock* foi calculado dividindo a quantidade de *stock* (ton), verificada no local durante o mapeamento do processo, pelo seu consumo médio diário (ton/dia), que foi calculado recorrendo ao histórico de vendas e de produção da linha de Tinting entre outubro de 2018 e setembro de 2019.

O *lead time* total é obtido através da soma do *lead time* de cada processo (que correspondem ao tempo de ciclo) e do *lead time* de cada triângulo de *stock*. O tempo de processamento corresponde aos tempos de ciclo de cada processo (mistura, dosificação e CQ), neste caso 279s.

Como já foi referido, as encomendas só podem ser expedidas após liberação das mesmas no SAP pelo controlo de qualidade. Porém, as amostras que são retiradas dos baldes produzidos e colocadas num azulejo precisam de secar e, portanto, só ao fim de cerca de 2h (0,08 dias) é que é possível realizar o ensaio de controlo de qualidade.

Na parte inferior esquerda do mapa temos um sistema *pull* com supermercado (Figura 15), que tem como objetivo controlar a produção de pastas e que depende maioritariamente das necessidades do cliente. Este supermercado, para o caso dos produtos base, foi calculado pela responsável de produção e tem em conta as restrições da linha (quantidades mínimas a produzir, *mix* de produtos, tempos de *setup*, qualidade da pasta, o *lead time* entre o pedido à linha e a produção efetiva). O ícone do supermercado encontra-se aberto do lado esquerdo, pois é usado para programar quando e qual a quantidade a produzir do processo anterior, ou seja, o processo

fornecedor, com base nas retiradas do processo posterior. O ícone de *kanban* de produção indica-nos que a produção é puxada (*pull*) e utiliza o sistema *kanban*.

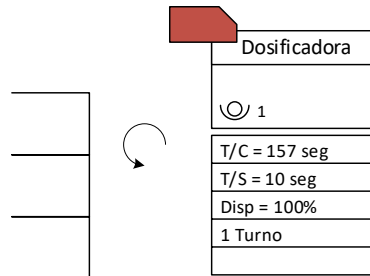


Figura 15 – Sistema *pull* com supermercado (matéria-prima base).

Pela análise do mapa do estado atual na Figura 16, verificamos que:

- O *lead time* total mais longo é de 24 dias, devido ao prazo de entrega dos pigmentos e à quantidade mínima a encomendar. O prazo de entrega dos pigmentos é de cerca de 30 dias e a quantidade mínima a encomendar é de 600kg e, por isso, o *stock* existente é elevado;
- O tempo de processamento total, em média, de um balde é de 279s;
- O *stock* de produto acabado é razoável visto que inclui as encomendas e o *stock* de Werberprim Regulador e o prazo de entrega do produto acabado varia entre 1 a 1,5 dias;
- Para as amostras observadas verificou-se que o processo de dosificação dos pigmentos demora em média mais tempo do que a sua mistura, portanto acaba por ser o gargalo, existindo um tempo médio de espera de 13s.

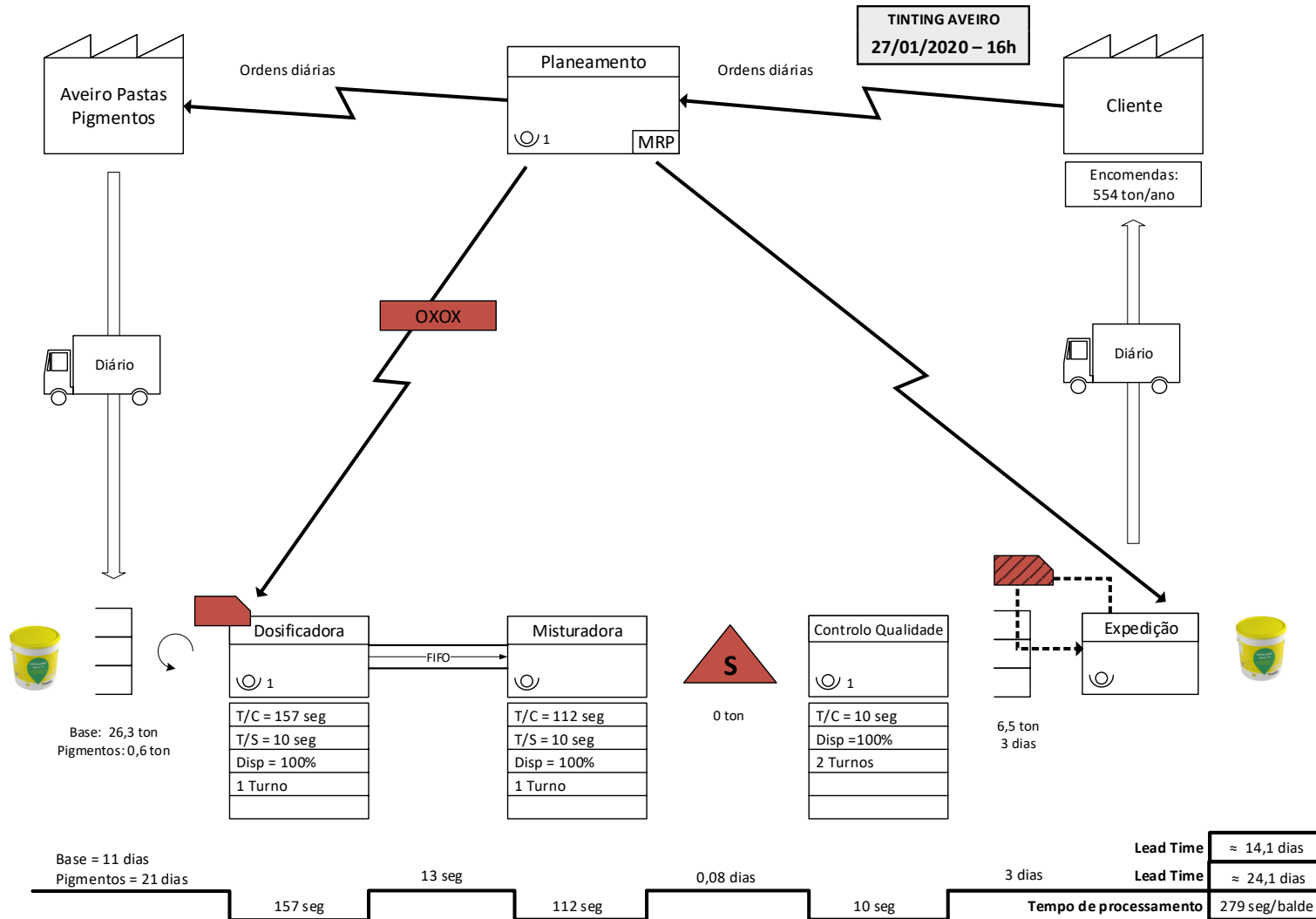


Figura 16 – VSM do estado atual da linha de Tinting de Aveiro.

3.3.4. Análise da ocupação das máquinas e operador

Para estimar a proporção de tempo que o operador gasta a desempenhar cada tarefa e o tempo de inatividade das máquinas foi utilizado o método de amostragem do trabalho. O método de amostragem do trabalho é um método indireto que se baseia em observações instantâneas de um trabalhador ou máquina, em intervalos aleatórios, sendo apenas registada a natureza da atividade realizada (Stevenson, 2015). Optou-se por este método pois da primeira análise feita, verificou-se que a duração das tarefas é demasiado reduzida, tornando inviável a medição de alguns tempos e, portanto, o objetivo não é estabelecer tempos padrão, mas sim estimar a proporção de tempo que o operador gasta em tarefas que agregam valor e que não agregam.

O primeiro passo consistiu em identificar todas as tarefas realizadas e separá-las em tarefas que agregam valor, tarefas que não agregam valor mas são necessárias e tarefas que não agregam valor (desperdícios), estabelecendo depois um plano de observação. Neste estudo foram realizadas observações instantâneas em 4 dias diferentes, durante cerca de 1h a 2h. Os registos foram realizados de 15 em 15 segundos, ou seja, a cada 15 segundos era registada a atividade que estava a ser desenvolvida pelo operador e o estado de operação das máquinas (a operar ou inativa/parada). Os dias foram aleatórios e não foram feitas observações durante o início do dia e depois de almoço, quando o operador faz a purga da dosificadora e imprime os *kanbans*, pois o objetivo era obter estimativas durante o processo produtivo e não antes do mesmo. Escolheu-se um intervalo de tempo de observações de 15 segundos devido à reduzida duração de alguma das tarefas desempenhadas pelo operador.

Como em todos os métodos, existe sempre algum grau de erro. O objetivo da amostragem de trabalho é obter uma estimativa que não se afaste do valor real mais do que o erro definido. Para amostras grandes a variabilidade associada às estimativas tende a ser aproximadamente normal. O número mínimo de observações necessárias (n_{min}) para cada estimativa é obtido considerando o número de desvios *standard* necessários para atingir o intervalo de confiança especificado (Z), o nível de precisão pretendido (e) e a proporção da ocorrência pretendida na amostra (p), que corresponde ao número dessas ocorrências a dividir pelo tamanho da amostra, de acordo com a seguinte equação:

$$n_{min} = \left(\frac{Z}{e}\right)^2 \cdot p \cdot (1 - p) \quad (2)$$

No presente estudo foram realizadas no total 1578 observações em relação ao operador, 1567 para a dosificadora e 1567 para a misturadora. Na Tabela 2 são apresentados o número de ocorrências observadas para cada atividade realizada pelo operador e em relação à atividade e

inatividade da dosificadora e da misturadora (n_{observ}), a respetiva proporção em % (p) e o número mínimo de observações necessárias ($n_{\text{mín}}$) para termos um nível de precisão de 5% ($e=0,05$) e um grau de confiança de 95% ($Z=1,96$). Na primeira coluna à esquerda da Tabela 2, encontra-se também a classificação atribuída a cada atividade tendo em conta os princípios *Lean*.

Tabela 2 – Método de amostragem do trabalho: contagens efetuadas e número mínimo de contagens (n).

Classificação	Operador	n_{observ}	p (%)	$n_{\text{mín}}$
Agrega valor	Programar dosificadora	75	5%	70
Agrega valor	Reabastecer pigmentos	13	1%	13
Necessária	Colocar etiquetas nos baldes	78	5%	72
Necessária	Abastecer tapete e linha com baldes	170	11%	148
Necessária	Abrir e fechar tampas dos baldes	191	12%	163
Necessária	Amostras para controlo de qualidade	193	12%	165
Necessária	Arrumar produto acabado na palete	186	12%	160
Necessária	Limpar/mudar varinha	48	3%	45
Desperdício	Movimentar baldes no tapete	207	13%	175
Desperdício	À espera	167	10%	145
Desperdício	Adicionar água / Procurar padrões	208	13%	176
Desperdício	Resolver erros	42	3%	40
Classificação	Dosificadora	n_{observ}	p (%)	$n_{\text{mín}}$
Agrega valor	A operar	1287	82%	226
Desperdício	Parada	281	18%	226
Classificação	Misturadora	n_{observ}	p (%)	$n_{\text{mín}}$
Agrega valor	A operar	1032	66%	346
Desperdício	Parada	535	34%	346

Como se pode verificar as observações realizadas (n_{observ}) ultrapassam o número mínimo necessário ($n_{\text{mín}}$), pelo que podemos considerar válidas as estimativas realizadas com este estudo.

Na Figura 17 é apresentada a estimativa da proporção de tempo (em %) que o operador gasta a desempenhar cada tarefa, enquanto na Figura 18 é apresentada a proporção de tempo gasto depois de agrupar as atividades de acordo com a sua classificação (Tabela 2).

A tarefa de programar a dosificadora, que consiste em inserir a referência da cor a produzir para que a máquina calcule as quantidades dos diferentes pigmentos a introduzir, e a tarefa de reabastecer os depósitos de pigmentos são consideradas atividades que agregam valor, de acordo com os princípios *Lean*, pois considera-se que são estas tarefas que vão permitir dar ao produto a cor pretendida pelo cliente.

As tarefas que incluem movimentação desnecessária, tais como estar parado à espera e resolver problemas (por exemplo, quando a balança perde o contacto com a dosificadora ou um dos pigmentos é mal dosificado, obrigando a retirar os pigmentos todos e voltar a dosificar o balde) são consideradas atividades que não agregam valor e, portanto, são desperdício.

As restantes tarefas, como colar as etiquetas com a referência da cor nos baldes, abastecer a linha, preparar os baldes para a produção, retirar amostras para o controlo de qualidade e arrumar o produto acabado, são atividades que não agregam valor mas que são necessárias.

Para ser mais fácil de visualizar a distribuição das tarefas pelos três tipos, as que agregam valor encontram-se sinalizadas com tons verdes, as necessárias com tons amarelos e os desperdícios com tons vermelhos.

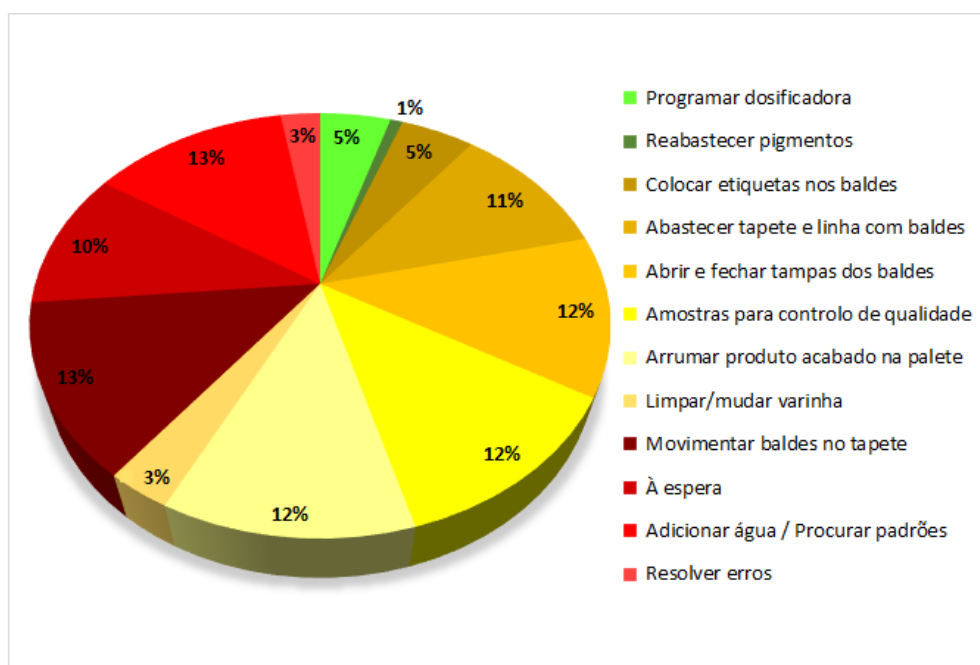


Figura 17 – Estimativa da proporção de tempo gasto pelo colaborador nas diversas tarefas.

Pela observação da Figura 17 e da Tabela 2, verifica-se que das 12 tarefas que foram observadas, 5 apresentam uma proporção entre 1% e 5%, enquanto nas restantes 7 tarefas (necessárias e desperdícios) a proporção de tempo gasto varia entre 10% e 13%. Note-se que o operador se encontra à espera/parado numa proporção de 10% em relação ao tempo total.

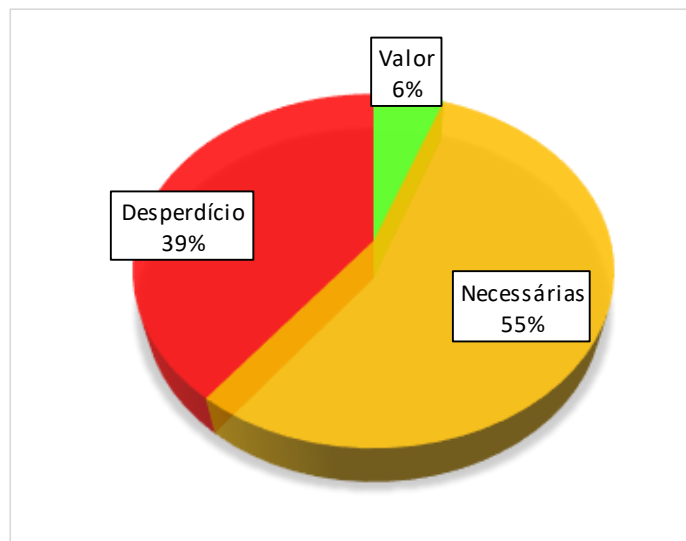


Figura 18 – Estimativa da proporção de tarefas que agregam valor, que não agregam valor mas são necessárias e desperdícios (colaborador).

Agrupando as tarefas de acordo com o seu valor (Figura 18) é possível verificar facilmente que neste estudo, durante o processo produtivo, apenas 6% do tempo do operador é gasto a desempenhar tarefas que agregam valor, 55% é gasto em tarefas que não agregam valor mas que, no entanto, são necessárias, e 39% do tempo é gasto em tarefas que não agregam valor ao produto final e são desperdício.

Nas Figuras Figura 19 e Figura 20 são apresentadas as estimativas do tempo de atividade e inatividade (em %) da misturadora e da dosificadora, respetivamente, obtidas no estudo realizado.

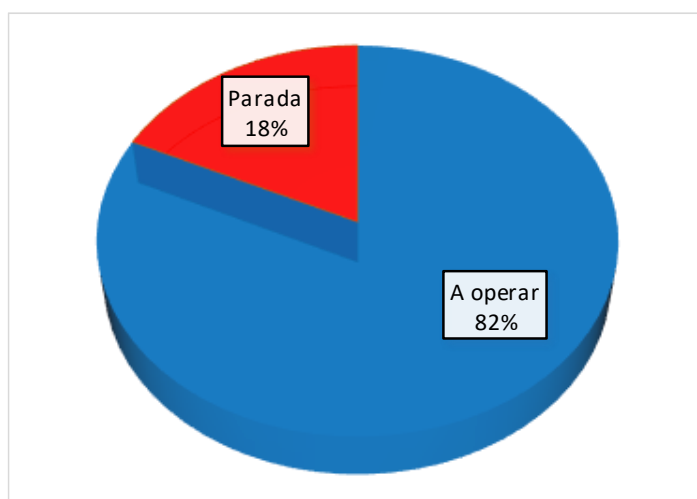


Figura 19 – Estimativa da inatividade da dosificadora.

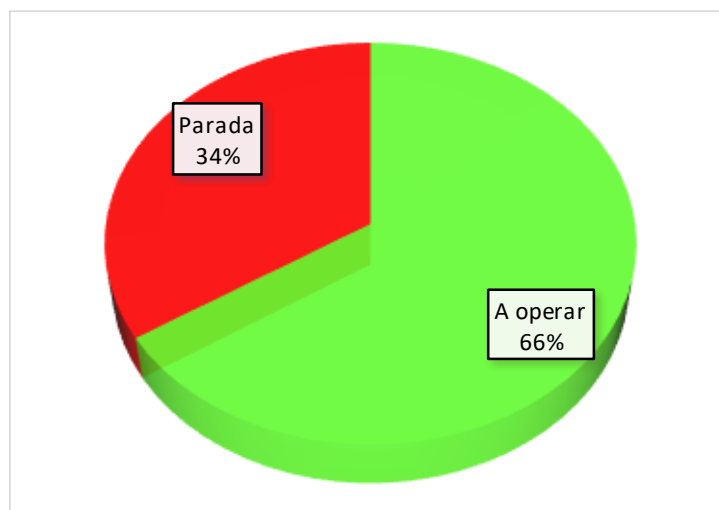


Figura 20 – Estimativa da inatividade da misturadora.

Os gráficos patentes nas figuras anteriores permitem verificar que a percentagem de inatividade da misturadora é superior à da dosificadora. Tendo em conta a sequência do processo produtivo descrita anteriormente, ou seja, em primeiro lugar o balde vai para a dosificadora que acrescenta os pigmentos necessários e só depois vai para a misturadora, as percentagens obtidas indicam que a dosificadora poderá ser o gargalo deste processo produtivo.

Uma vez que a máquina misturadora tem de esperar que a dosificação acabe, se a dosificação dos pigmentos demorar mais tempo que o processo de mistura, a misturadora acaba por ficar mais tempo parada, à espera do próximo balde para misturar.

Estes resultados estão de acordo com os resultados recolhidos para construir o estado atual do fluxo de valor da linha, onde já tinha sido visto que em média o tempo de processamento na dosificadora é superior ao tempo na misturadora e que existe um intervalo de espera entre ambos os processos.

3.3.5. Histórico: vendas e produção

Depois de estudado o processo produtivo foi analisado o histórico de dados em relação às vendas e produção de produtos Tinting. Neste caso foram também analisados os dados relativos à linha do Carregado para perceber qual é o volume de procura em Aveiro e qual o impacto que o aumento das vendas em Aveiro traz para a empresa, ao nível das movimentações de produto semiacabado e acabado entre os dois centros. Como já foi referido, a linha do Carregado produz para *stock* e para dar apoio nas encomendas diárias que são realizadas no centro de Aveiro.

Os dados apresentados na Figura 21 traduzem o impacto da venda dos produtos Tinting no ano de 2019 na Weber Portugal. Estes valores constam dos relatórios internos gerais da empresa e,

portanto, não foi possível desagregar estes dados por centro de produção. Já na Figura 22 encontramos a evolução da produção de Tinting na linha de Aveiro (em ton) desde 2016 até ao final de 2019.

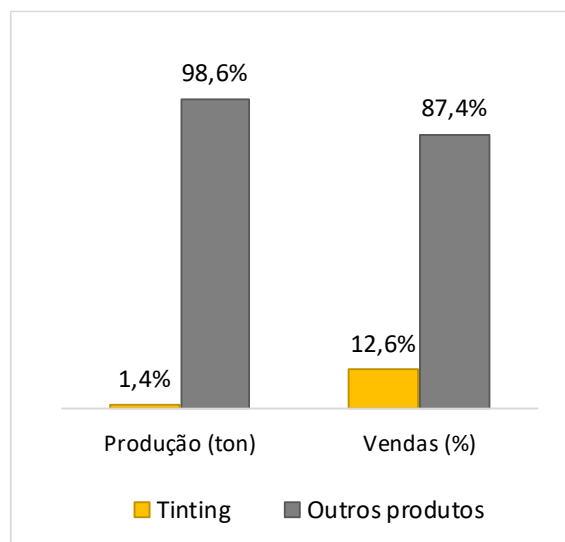


Figura 21 – Produção de Tinting e o seu impacto nas vendas no ano de 2019.

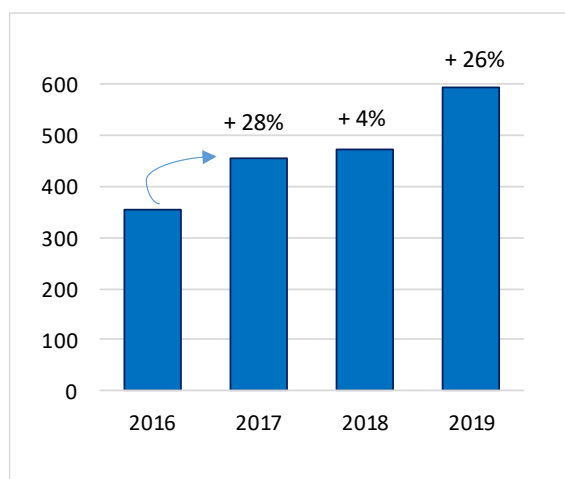


Figura 22 – Crescimento da produção na linha de Tinting (ton) de Aveiro entre 2016 e 2019.

Como se pode verificar na Figura 21, no ano de 2019, a percentagem de produção das linhas de Tinting representava apenas 1,4% da produção total. No entanto, visto que são produtos de valor acrescentado, o impacto desses 1,4% correspondeu a 12,6% da faturação total da empresa.

Em relação ao crescimento da produção de produtos Tinting na linha de Aveiro, os dados apresentados na Figura 22, demonstram um aumento significativo entre 2016 e 2017 (cerca de 28%), após a sua instalação, enquanto entre 2017 e 2018 o crescimento ficou-se pelos cerca de 4%,

e entre 2018 e 2019 voltou a haver um aumento significativo do volume de produção em cerca de 26%. Apesar de o gráfico ilustrar uma tendência de aumento da procura de produtos Tinting em Aveiro, que se manifesta pelo aumento da produção, não foi possível averiguar qual o aumento da procura de produtos Tinting em Aveiro, entre 2016 e 2018, pois não foi possível obter os dados das vendas desagregados por centro. Porém, foi possível traçar um gráfico relativo à produção e vendas mensais em Aveiro de produtos Tinting (em ton) com base nos dados fornecidos para mapear o estado atual do fluxo de valor da linha de Tinting de Aveiro, relativos ao período entre outubro de 2018 e setembro de 2019 (Figura 23).

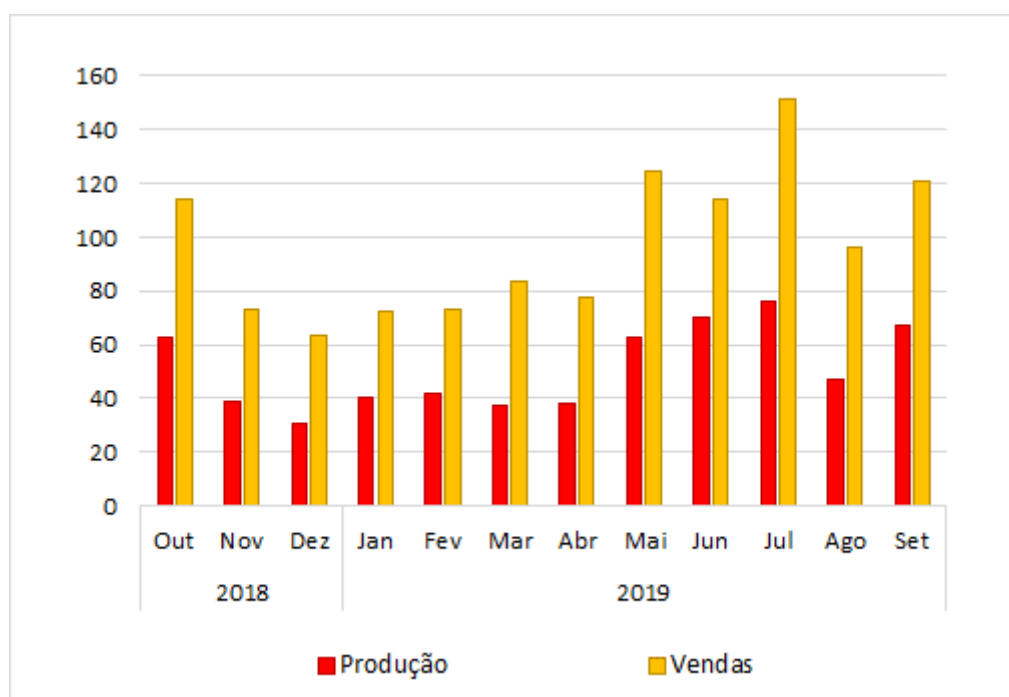


Figura 23 – Histórico de produção e vendas (ton) de produtos Tinting em Aveiro entre outubro de 2018 e setembro de 2019.

Pelo gráfico apresentado na Figura 23 verifica-se que a procura de produtos Tinting no centro de Aveiro, que se manifesta pelo volume de encomendas, é bastante superior à produção destes produtos na linha de Aveiro. Uma vez que a linha de Aveiro tem uma capacidade limitada, como já foi referido anteriormente, esta procura é satisfeita recorrendo à linha de Tinting do Carregado. Em média, para o período analisado, cerca de 52% da procura de produtos em Aveiro foi satisfeita com a produção da linha de Aveiro, tendo o resto da procura sido satisfeita recorrendo à linha de produção de Tinting do Carregado. É importante salientar, novamente, que como o Carregado não possui linha de pastas, Aveiro tem de produzir e fornecer o Carregado com produto semiacabado (base), que depois de acabado (pigmentado) na linha de Tinting do Carregado, volta

para o centro de Aveiro para ser vendido, o que acarreta custos para a empresa, tanto de transporte como ambientais.

A Figura 24 ilustra o que foi referido anteriormente. Entre outubro de 2018 e setembro de 2019, cerca de 83% da produção de Tinting do Carregado foi vendida no centro de Aveiro, para satisfazer a elevada procura na região norte.

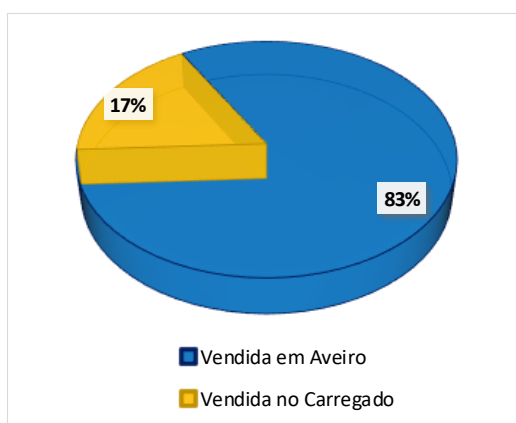


Figura 24 – Distribuição das vendas da produção de Tinting do Carregado.

3.3.6. Análise dos meses de maior procura

Uma vez que a Weber comercializa produtos maioritariamente para aplicações em construção civil, as suas vendas e, conseqüentemente a sua produção, estão sujeitas à sazonalidade inerente ao ramo da construção. Isto significa que na primavera e verão a procura é maior, originando picos de produção, e no outono e inverno ocorre o contrário.

Para analisar os picos de produção foram utilizados os dados dos meses de julho, agosto e setembro de 2019, relativos às linhas de produção Tinting de Aveiro e do Carregado

Na Figura 25 e Figura 26 é apresentada a taxa de utilização da capacidade efetiva durante os meses de maiores vendas e, portanto, de maior volume de produção, para Aveiro e o Carregado, respetivamente. Esta taxa foi obtida pela divisão da capacidade utilizada (que corresponde ao volume produzido) pela capacidade efetiva de cada linha. Na Tabela 3 são apresentadas as estatísticas descritivas relativas aos dados exibidos nas Figuras Figura 25 e Figura 26.

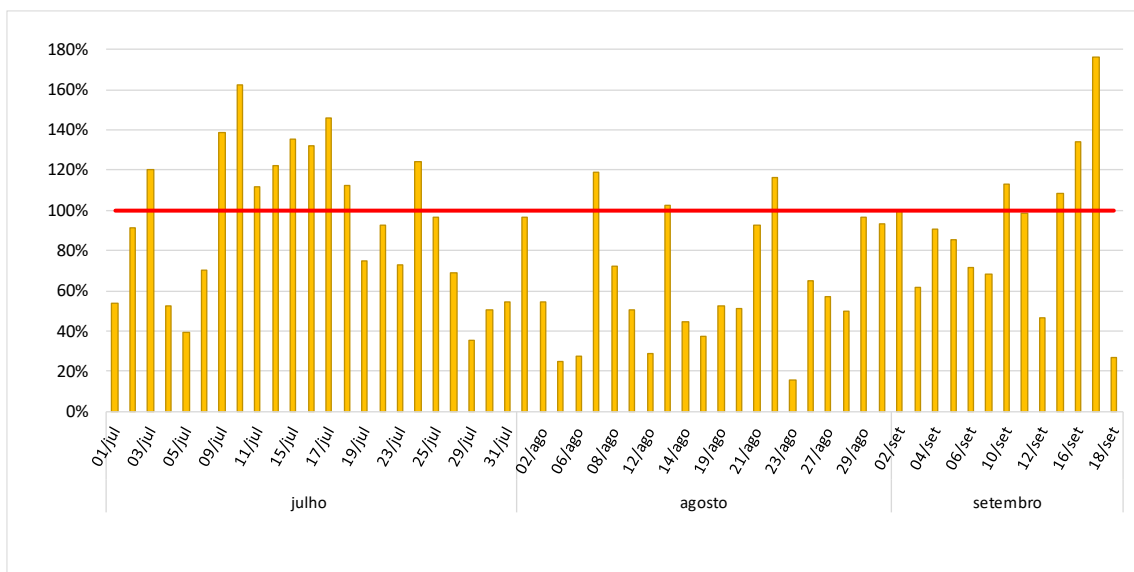


Figura 25 – Taxa de utilização da capacidade efetiva em Aveiro.

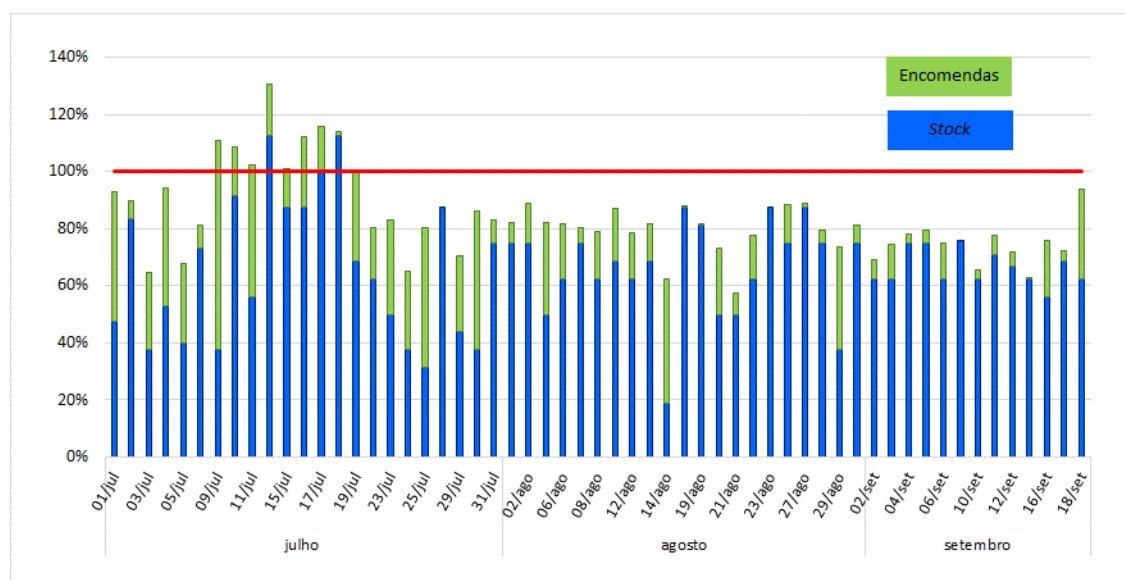


Figura 26 – Taxa de utilização da capacidade efetiva no Carregado.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas relativas à taxa de utilização das linhas de Tinting de Aveiro e Carregado.

	Nº de dias	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Aveiro	57	16%	176%	82%	38%
Carregado	57	57%	130%	84%	15%

Pela observação da Figura 25 verifica-se que existe uma variação acentuada da taxa de utilização da capacidade da linha de Aveiro, enquanto na linha do Carregado a situação é mais uniforme. Isto acontece, porque, tal como já foi referido, a linha do Carregado produz

essencialmente para *stock* e para apoiar a linha de Aveiro, enquanto Aveiro produz essencialmente por encomenda, o que é muito variável. Os dados apresentados na Tabela 3 confirmam estas variações. Na linha de Aveiro a taxa de utilização mínima e máxima foi de 16% e 176%, respetivamente, obtendo-se uma média de 82%, em 57 dias consecutivos, com um desvio-padrão de 38%. A linha do Carregado apresentou uma taxa de utilização sempre superior a 50%, em 57 dias consecutivos, apresentado uma média de 84% e um desvio-padrão de 15%.

Os dados apresentados permitiram também verificar que, para o período analisado, o volume produzido ultrapassou a capacidade efetiva das linhas (correspondente a uma taxa de utilização superior a 100%) em 12 dias na linha de Aveiro e em 8 dias no Carregado, e que durante 8 dias consecutivos a capacidade efetiva foi ultrapassada simultaneamente em ambas as linhas. Nos dias de pico, onde a capacidade efetiva das linhas foi ultrapassada, para dar resposta à procura e cumprir os prazos de entrega, foi necessário realizar horas extra, em ambos os centros de produção.

Por outro lado, observou-se que, em alguns dias, foram produzidas encomendas no Carregado que poderiam ter sido produzidas na linha de Aveiro, que ainda tinha capacidade produtiva. É certo que, com os dados facultados, não foi possível saber se essas encomendas seriam para distribuir no centro de Aveiro ou no Carregado, mas tendo em conta que a maioria das encomendas produzidas no Carregado são para suprimir as necessidades de Aveiro, os dados que constam das Figuras Figura 25 e Figura 26 sugerem que podem ser feitas melhorias no nivelamento da produção de Aveiro.

3.3.7. Proposta e análise de soluções

Nesta secção são apresentadas e analisadas três soluções diferentes, tendo em conta os dados anteriormente analisados, sendo que cada uma apresenta pontos fortes e fracos. O objetivo principal de uma empresa WCM é atingir a excelência industrial através da utilização dos melhores métodos produtivos, mantendo assim uma vantagem competitiva sobre os seus concorrentes. No entanto, como se verificou na análise que é descrita seguidamente, existem indicadores que podem por ser difíceis de harmonizar e sobreporem-se, como por exemplo o OTIF (*On Time, in Full*), que mede a percentagem de encomendas que foram executadas dentro das especificações e entregues dentro do prazo, e o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que mede a eficiência global dos equipamentos, e que depende da disponibilidade dos equipamentos para produção, da qualidade do que é produzido e do desempenho.

Tendo em conta o objetivo inicial – adaptar a linha de Tinting de Aveiro às novas necessidades produtivas devido ao aumento de procura destes produtos e eliminar os desperdícios existentes de acordo com a filosofia *Lean* – foram elaboradas as seguintes propostas de melhoria:

- **Proposta A** – Gerar ordens de produção apenas uma vez por dia;
- **Proposta B** – Alargar o horário de funcionamento da linha;
- **Proposta C** – Introduzir uma segunda linha de Tinting, mantendo um operador;

Proposta A – Gerar ordens de produção apenas uma vez por dia

Como já foi referido, o sistema de planeamento que utiliza o sistema SAP, gera ordens de produção duas vezes por dia, às 9h e às 13h, ou seja, existem dois períodos de produção, um durante a manhã e outro à tarde. No entanto, o sistema pode ser “forçado” a gerar ordens de produção, ou seja, a qualquer hora do dia o operador pode saber que encomendas é que deram entrada no sistema.

Através da análise dos dados das produções de 2019, calculou-se a distribuição média mensal da produção de produtos Tinting (em %) ao longo do dia, cuja representação se encontra na Figura 27.

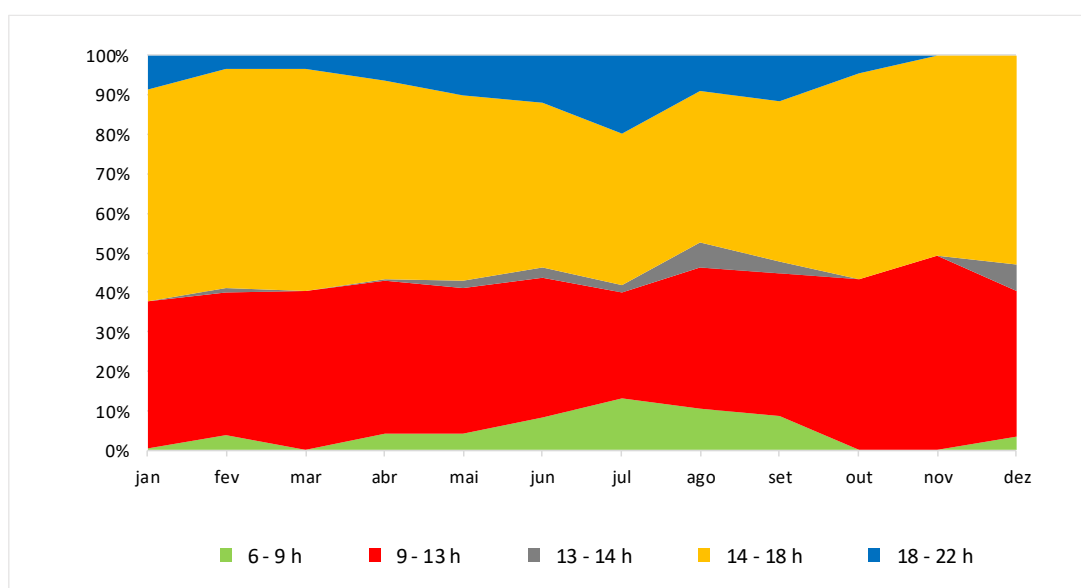


Figura 27 – Distribuição média mensal do volume de produção ao longo do dia, em 2019.

Como se pode verificar pela análise da Figura 27, durante o período da tarde (a amarelo) o volume de produção é maior do que o volume produzido durante a manhã (a vermelho). Estes resultados indicam que a maioria das encomendas é realizada no período da manhã, até às 13h, sendo então produzidas as respetivas encomendas durante a tarde. Por outro lado, também é notório

que nos meses de maior procura, entre junho e setembro, há um aumento do volume de produção no período das 18h às 22h, o que pressupõe que foi necessário recorrer a horas extra para manter o prazo de entrega dos produtos. No horário normal das 6h às 9h também se verifica um aumento do volume de produção nos meses de maior procura, o que pode indicar que podem ter sido geradas ordens de produção antes das 9h ou foi necessário acabar a produção do dia anterior.

Uma vez que o volume de produção é superior durante o período da tarde em relação ao período da manhã, pode depreender-se que a produção da linha ao longo do dia não é uniforme e que, portanto, poderão haver períodos de inatividade (as máquinas e operador estão parados) durante a manhã, uma vez que se verificou que o volume de produção é menor neste período.

Para aumentar a eficiência da linha no período normal de trabalho teria, então, de se alterar a frequência do planeamento, ou seja, em vez de se gerarem ordens de produção duas vezes ao dia, podiam passar-se a gerar ordens de produção apenas uma vez por dia, às 9h. Assim, o operador conseguiria planear todo o dia de trabalho com base nessas ordens, e desta forma aumentar o OEE, reduzir os períodos de inatividade durante a manhã (tanto das máquinas como do próprio operador), reduzir a sobrecarga de produção que se verifica atualmente no período da tarde, melhorando o nivelamento da produção e, eventualmente, reduzir o número de horas extra necessárias para satisfazer a procura, depois das 18h. No entanto, com esta medida não seria possível alcançar o OTIF atual, ou seja, a disponibilidade imediata dos produtos iria diminuir, pois o prazo de entrega teria de aumentar, como se pode verificar no esquema ilustrado na Figura 28, onde “Enc”, “Prod” e “Ent” significam “Encomenda”, “Produção” e “Entrega”, respetivamente.

		Situação atual					
		Seg		Ter		Qua	
		Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Cliente A		Enc	Prod	Ent			
Cliente B			Enc	Prod		Ent	
Cliente C				Enc	Prod	Ent	

		Situação proposta							
		Seg		Ter		Qua		Qui	
		Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Cliente A		Enc		Prod		Ent			
Cliente B			Enc		Prod	Ent			
Cliente C				Enc		Prod		Ent	

Figura 28 – Prazo de entrega de produtos Tinting: situação atual e proposta.

Como se pode verificar pela observação dos dados apresentados na Figura 28, na situação atual, o cliente A que faça a encomenda numa segunda-feira de manhã, pode levantar a mesma na terça-feira de manhã, pois a produção da sua encomenda será efetuada durante a tarde de segunda-

feira. Para o cliente B, cuja encomenda é realizada na segunda-feira depois das 13h, a sua encomenda só será entregue na quarta-feira de manhã. Para o cliente C, cuja encomenda foi realizada na terça-feira, antes das 13h, a entrega poderá ser feita a partir de quarta-feira de manhã. Desta forma, para os clientes B e C, apesar de a encomenda e a produção serem feitas em momentos diferentes, a entrega das suas encomendas será feita na mesma altura, ou seja, a partir da manhã de quarta-feira. Portanto, os clientes que fazem as suas encomendas antes das 13h, têm o seu produto pronto no prazo de 1 dia, enquanto que os clientes que encomendam durante a tarde, só terão as suas encomendas prontas ao fim de um dia e meio.

Para a situação proposta, em que apenas são geradas ordens de produção uma vez por dia, independentemente do período de encomenda, de manhã ou de tarde, as encomendas são entregues após um dia e meio. Isto é, tanto para o cliente A como para o cliente C, cujas encomendas são realizadas da parte da manhã, o prazo de entrega iria aumentar. Este aumento do prazo de entrega pode levar à perda destes clientes.

Por outro lado, apesar desta solução não ter custos associados e permitir um melhor aproveitamento da linha, a capacidade efetiva de produção mantém-se inalterada, pelo que se continuaria a não conseguir fazer face aos picos de encomendas verificados nos meses de maior procura. A opção neste caso seria, então, aumentar a quantidade de produção para *stock*.

Proposta B – Alargar o horário de funcionamento da linha

Como já foi referido, nos meses de maior procura, é por vezes necessário recorrer a horas extra para dar resposta às encomendas. De acordo com o Código de Trabalho (Artigos 227.º e 228.º da Lei n.º 7/2009 de 12 de fevereiro e respetivas alterações), cada trabalhador pode fazer até 2h suplementares diárias para fazer face a um acréscimo pontual de trabalho, que não justifique a admissão de um novo trabalhador, até um máximo de 150h anuais para médias e grandes empresas. Em regra, o trabalhador é obrigado a realizar o trabalho suplementar, mas pode pedir dispensa se apresentar motivos que o justifiquem.

Para fazer face a esta questão e garantir que não há falhas nas entregas das encomendas dentro do prazo, caso o operador peça dispensa, uma das soluções analisadas consiste em formar um operador interno da empresa para operar a linha de Tinting nos meses de maior procura, entre as 18h e as 22h. Geralmente, nos meses de maior procura são contratados trabalhadores temporários para outras áreas da empresa, pelo que a alocação de um operador interno para a linha de Tinting implicaria a contratação de um trabalhador temporário extra para o substituir. Por outro lado, optou-se por aumentar o horário de funcionamento depois das 18h, pois como são feitas mais encomendas de manhã, o volume a produzir durante a tarde é geralmente maior (Figura 27). Por outro lado, a empresa trabalha com três turnos, das 6h às 14h, das 14h às 22h e das 9h às 18h.

Assim, o operador poderia estar afeto a outra função entre as 14h e as 18h, e das 18h às 22h, estaria na linha de Tinting.

Alargando o horário de funcionamento atual, das 9h às 18h, até às 22h, ou seja, de um turno para um turno e meio, consegue-se aumentar a capacidade efetiva da linha atual em 50%.

Na Figura 29 são apresentados os dados das produções mensais (em %, considerando a capacidade atual), nos meses de maior procura, entre maio e outubro de 2019 (colunas a cinza), o aumento esperado da produção em Aveiro em cerca 20% (colunas a azul), tendo em conta a tendência verificada na Figura 22, a capacidade produtiva efetiva atual representada por uma reta vermelha e a capacidade proposta representada por uma reta a verde (em %), considerando a proposta de alargamento do horário de funcionamento da linha em 4h (meio turno).

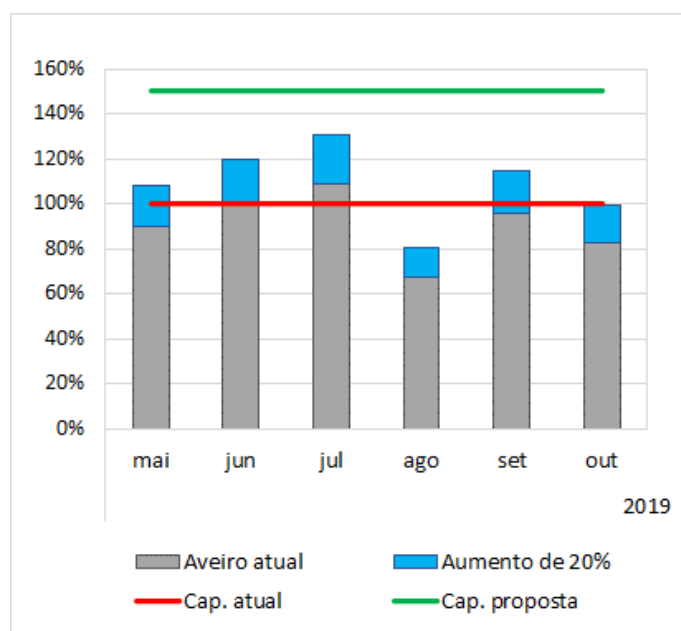


Figura 29 – Produções (%) nos meses de maior procura em 2019 e aumento esperado vs. capacidade proposta mensal com alargamento do horário de funcionamento da linha.

Como se pode verificar na Figura 29, nos meses de maior procura, a capacidade atual efetiva da linha de Aveiro (colunas representadas a cinza) apenas foi ultrapassada em julho de 2019, e em junho igualou o seu limite. Ao aumentar a capacidade produtiva mensal em 50% iria ser possível dar resposta às necessidades atuais da linha nos referidos meses e, caso a procura aumentasse 20% (colunas representadas a azul), a linha continuaria a ter capacidade para colmatar essa procura. Porém, como a capacidade da linha de Aveiro não é totalmente aproveitada, parte das encomendas e até do *stock* que é produzido na linha do Carregado poderia então ser produzido em Aveiro, sendo possível diminuir a quantidade de produto que viaja entre o centro de Aveiro e centro do Carregado e, os respetivos custos associados ao seu transporte. Vejamos o exemplo representado na Figura 30,

onde são apresentadas as quantidades mensais que foram produzidas no Carregado e que podiam ser produzidas em Aveiro (colunas representadas a amarelo claro), caso a sua capacidade efetiva aumentasse 50%. As colunas cinzas representam a produção na linha de Aveiro e as colunas a amarelo representam o que continuaria a ser produzido na linha do Carregado.

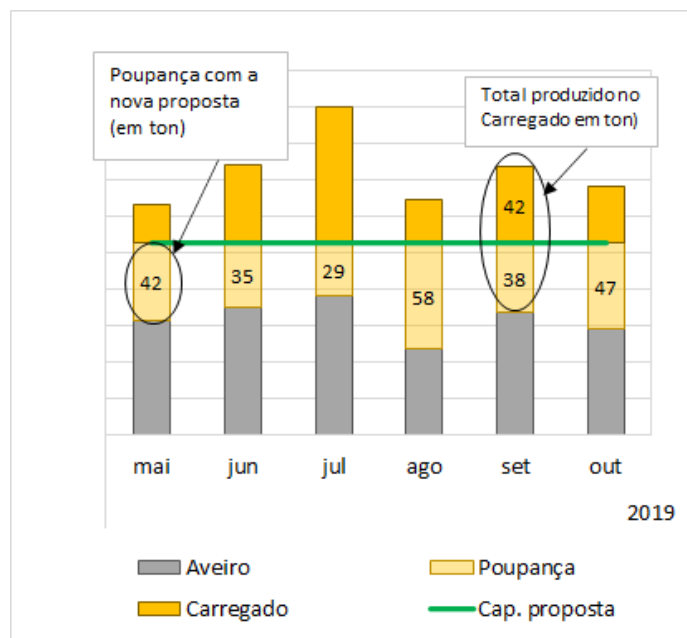


Figura 30 – Produção mensal do Carregado (em ton) que poderia passar para Aveiro com o aumento do horário de funcionamento da linha de Aveiro.

Tendo em conta que, cerca de 83% da produção do Carregado é feita para suprimir as necessidades do centro de Aveiro (Figura 24), caso a capacidade da linha de Aveiro aumentasse 50%, nos meses de maior procura, então, cerca de 249ton que foram produzidas no Carregado, entre maio e outubro de 2019, poderiam ter sido produzidas no centro de Aveiro, e assim a empresa pouparia cerca de 4.980€ em transporte como podemos verificar na Figura 30 (sendo que o custo de transporte apontado pela empresa é cerca de 20€/ton, ida e volta). Porém, esta medida iria aumentar a ociosidade da linha de Tinting do Carregado.

Como já foi referido, a linha de Aveiro funciona essencialmente por encomendas diárias, e por isso o volume de produção varia bastante diariamente, principalmente nos meses de verão onde há um acréscimo de procura. Por isso, na Figura 31 são apresentados os dados respeitantes à produção diária (em %) da linha de Aveiro (colunas representadas a cinza), entre 1 de julho e 18 de setembro de 2019 (altura em que se verificaram os picos de procura), a capacidade efetiva de produção atual por turno (reta representada a vermelho), e a capacidade proposta (reta representada a verde) considerando o aumento do funcionamento da linha em 4h.

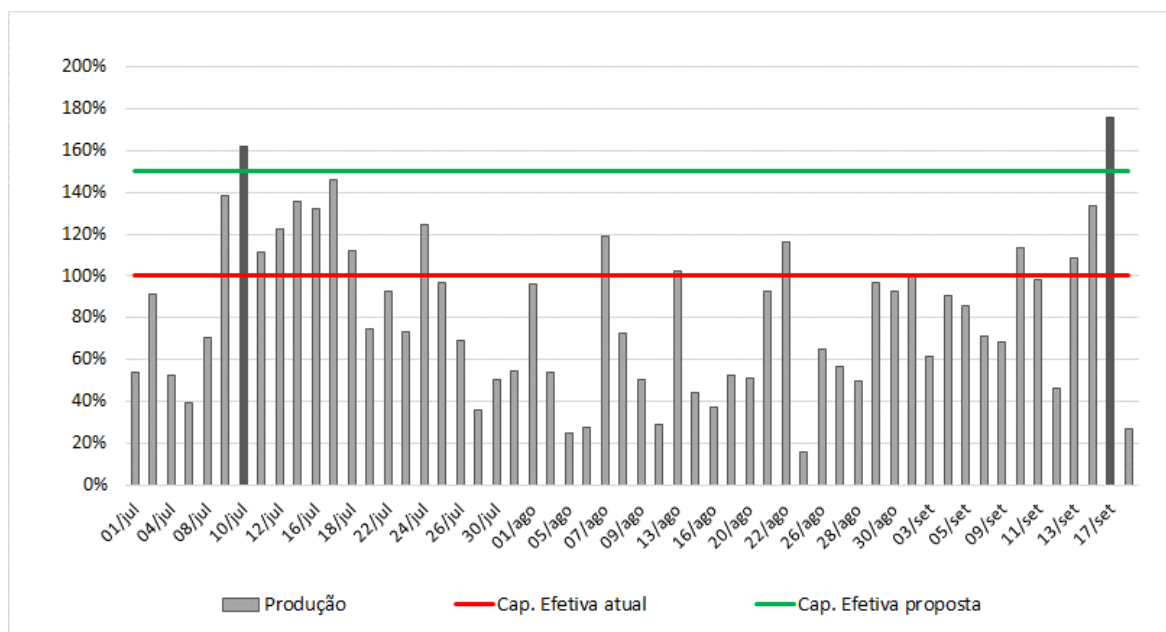


Figura 31 – Produção diária nos meses de maior procura (kg) na linha de Aveiro, capacidade atual e capacidade proposta se alargarmos o horário de funcionamento em 4h.

Como se pode verificar pela análise da Figura 31, o volume de produção diária é bastante variável, pelo que, houve dias em que a produção não ultrapassou 50% da capacidade da linha e, outros em que a capacidade máxima atual (reta a vermelho) foi ultrapassada. Entre 1 de julho e 18 de setembro de 2019, a capacidade máxima por turno em Aveiro foi igualada ou ultrapassada em 18 dias, o que levou à realização de horas extra para dar resposta a todas as encomendas. Ao alargar o horário de funcionamento nos meses de maior procura, verifica-se pela Figura 31, que é possível dar resposta à maioria dos picos verificados, havendo apenas 2 dias em que a produção ultrapassaria a capacidade proposta (reta a verde). Nestes dias, a única maneira de manter o prazo de entrega estabelecido atualmente, seria recorrer novamente à realização de horas extra para produzir todas as encomendas.

Tendo em conta a tendência de aumento da procura de produtos Tinting na linha de Aveiro (Figura 22 e Figura 23), o aumento da capacidade produtiva revela-se uma medida necessária, porém, devido à elevada variabilidade diária nas encomendas, a capacidade que se obteria implementando esta proposta poderá não ser suficiente para suprimir futuros picos de procura, sem ter que se recorrer, novamente, a horas extra. Além disso, poderá haver dias em que o volume de encomendas não justifique que o operador produza das 18h às 22h (maior inatividade das máquinas e operador, e consequentemente diminuição do OEE), pelo que o operador deverá ser alocado a outra tarefa noutra área da fábrica, caso seja exequível e necessário. Em alternativa, algum do *stock* que é produzido na linha do Carregado poderia ser produzido em Aveiro nesse horário, diminuindo assim a movimentação de material.

Proposta C – Introduzir uma segunda linha de Tinting mantendo um operador

Através da introdução de uma segunda linha de Tinting, teoricamente, consegue-se duplicar a produção atual. No entanto, para isso seria necessário contratar um segundo operador para operar essa linha. Além dos custos associados à compra da nova dosificadora teriam de ser contabilizados nesta proposta os custos associados à mão-de-obra para operar a nova linha. Visto que já existe um misturador novo, de reserva, não seria necessário adquirir um novo misturador.

Se se considerar a possibilidade de manter apenas um operador a operar as duas linhas, consegue-se eliminar o custo associado a um segundo operador, mas a produtividade das linhas e da produção diminui. Assumindo que a produtividade total baixa 15%, pois o operador tem de operar as duas linhas mas, como verificado na Figura 17, o operador está 10% do tempo parado à espera que as máquinas concluem a sua tarefa, a capacidade produtiva total iria aumentar cerca de 70% em relação à capacidade atual.

Analogamente à análise realizada para a proposta anterior, na Figura 32 são apresentados os dados das produções da linha de Tinting de Aveiro (em %) entre maio e outubro de 2019 (colunas a cinza), o aumento esperado da produção em Aveiro em cerca de 20% (colunas a azul), considerando a tendência verificada na Figura 22, a capacidade produtiva efetiva atual, representada por uma reta vermelha e a capacidade proposta (em %), com a introdução de uma segunda linha de Tinting e mantendo apenas um operador, representada por uma reta verde.

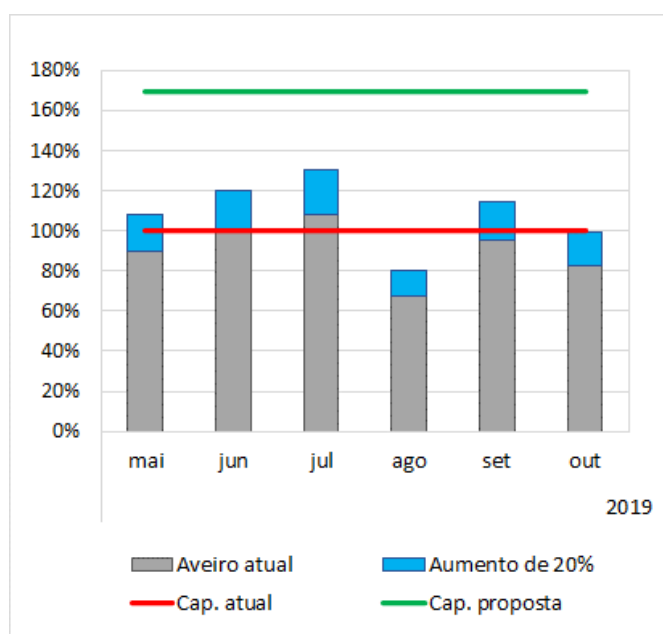


Figura 32 – Produções (%) nos meses de maior procura em 2019 e aumento esperado vs. capacidade proposta mensal com introdução de uma segunda linha.

Tal como referido anteriormente a capacidade efetiva da linha apenas foi ultrapassada no mês de julho, e igualada em junho. Ao introduzir uma nova linha de Tinting, mantendo apenas um operador, o aumento da capacidade efetiva em cerca de 70% iria permitir dar respostas às necessidades atuais e às necessidades futuras, considerando um crescimento de 20% na procura de produtos Tinting no centro de Aveiro. Este aumento de capacidade iria também permitir produzir muitas das encomendas de Tinting, que atualmente são produzidas na linha do Carregado (83% da produção Tinting do Carregado é vendida em Aveiro) porque a linha de Aveiro não tem capacidade suficiente, e desta forma reduzir-se-iam as movimentações de produtos entre os centros de Aveiro e Carregado.

De forma a perceber o impacto da introdução de uma segunda linha na redução das movimentações de produtos entre centros, na Figura 33 são apresentadas as quantidades (em ton) de produtos Tinting que poderiam ter sido produzidos em Aveiro (colunas representadas a amarelo claro), entre maio e outubro de 2019, caso a capacidade efetiva de produção em Aveiro fosse 70% superior. As colunas cinzas representam a produção na linha de Aveiro e as colunas a amarelo representam o que continuaria a ser produzido na linha do Carregado.

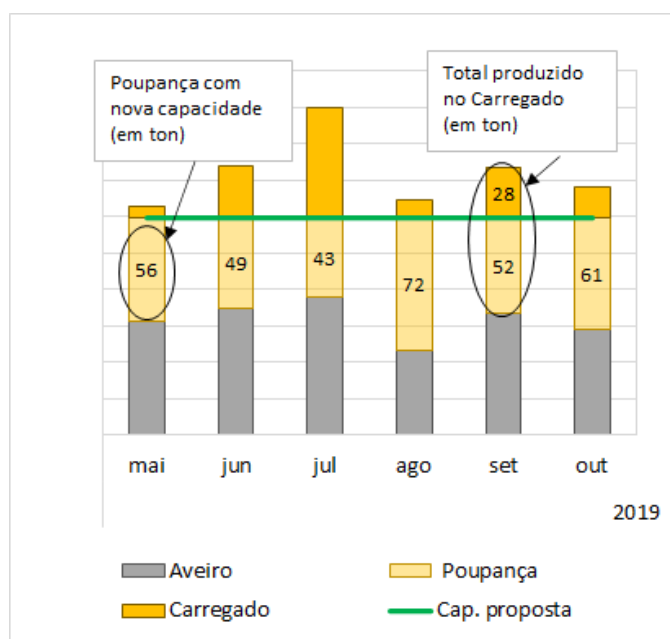


Figura 33 – Produção mensal do Carregado (em ton) que poderia passar para Aveiro com a introdução de uma segunda linha de Tinting em Aveiro.

Pela análise da Figura 33, verifica-se que, entre maio e outubro de 2019, cerca de 333ton de produtos Tinting que foram produzidos no Carregado, poderiam ter sido produzidos em Aveiro, caso houvesse duas linhas de Tinting em Aveiro. Com esta medida seria possível reduzir o desperdício associado à movimentação de produtos entre centros, traduzindo-se a mesma numa

poupança de cerca de 6.660€ em transporte (sendo o custo de transporte cerca de 20€/ton, ida e volta), em apenas 6 meses. Porém, esta medida iria aumentar a ociosidade da linha de Tinting do Carregado.

Tendo em conta que o preço aproximado de uma dosificadora ronda os 26.000€ e considerando apenas a poupança de 6.660€ em transporte nos meses de maior procura, calculada anteriormente, o retorno estimado para este investimento seria de 3,9 anos.

Ao contrário da proposta anterior, o custo associado à aquisição de uma nova dosificadora pode ser recuperável com a poupança em transporte de produtos semiacabados e acabados entre centros. Na proposta anterior, onde se alarga o horário de funcionamento da linha para 12h diárias, aquilo que se poupa em transporte de produtos entre os centros não é suficiente para cobrir o custo fixo anual, associado à contratação de um temporário para a linha de Tinting durante os meses de maior procura.

Na Figura 34 são apresentadas as produções diárias representadas pelas colunas a cinza (valores em %, considerando a capacidade efetiva atual da linha), entre 1 de julho e 18 de setembro de 2019 (altura em que se verificaram os picos de procura), a capacidade efetiva de produção atual por turno (reta representada a vermelho) e a capacidade proposta por turno (reta representada a azul) considerando o funcionamento de 2 linhas.

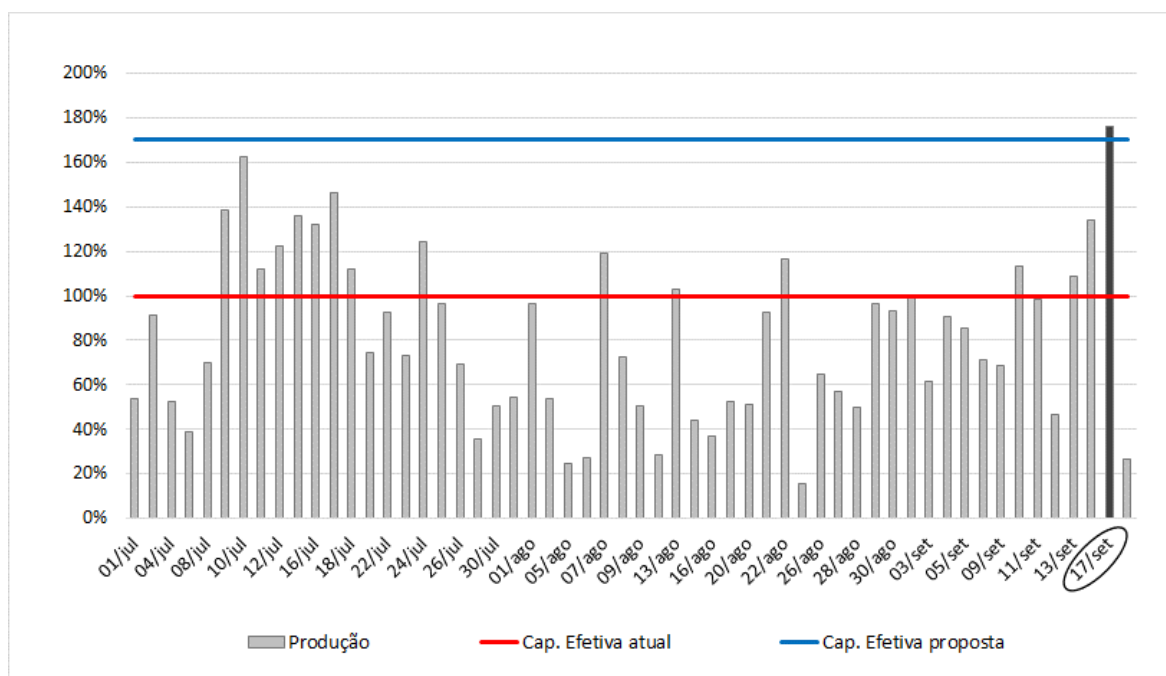


Figura 34 – Volume de produção diária nos meses de maior procura (%) na linha de Aveiro considerando a capacidade atual e capacidade proposta de Aveiro com uma segunda linha de Tinting.

A observação da Figura 34 permite identificar uma grande variabilidade nas encomendas diárias de produtos Tinting, tal como referido anteriormente (Figura 31). Com esta proposta, de introduzir uma segunda linha de Tinting e mantendo um operador, consegue-se dar resposta a praticamente todas as encomendas diárias, com exceção do dia 17 de setembro, onde a procura diária ultrapassou a capacidade proposta (reta a azul). Além disso, volta a constatar-se que com este aumento da capacidade efetiva seria possível produzir na linha de Aveiro grande parte das encomendas que são transferidas para o centro do Carregado, por falta de capacidade de Aveiro, e assim diminuir as movimentações de produtos entre centros. E durante os meses de menor procura, por exemplo, parte do *stock* que é produzido no Carregado poderia ser produzido na linha de Aveiro, diminuindo as movimentações entre centros. No entanto, a proposta conduz ao aumento da ociosidade da linha do Carregado.

Esta solução permite aumentar a capacidade produtiva atualmente sem custos extra com outro operador e, também é flexível, pois a segunda linha poderia ser apenas utilizada quando houvesse necessidade. No futuro, caso o aumento de procura o justifique, consegue-se aumentar a capacidade utilizando um operador em cada linha. No entanto, existem algumas desvantagens que devem ser consideradas, nomeadamente o facto de que a existência de uma segunda linha pode acarretar alguns gastos em manutenção bem como a necessidade de aumentar o *stock* de pigmentos para alimentar as duas dosificadoras.

Para concretizar esta proposta será necessário um novo *layout* que inclua a linha atual e a nova linha. Na Figura 35 é apresentado o *layout* atual da linha de Tinting e na Figura 36 a proposta de *layout*, considerando uma segunda linha de Tinting, instalada paralelamente à linha existente.

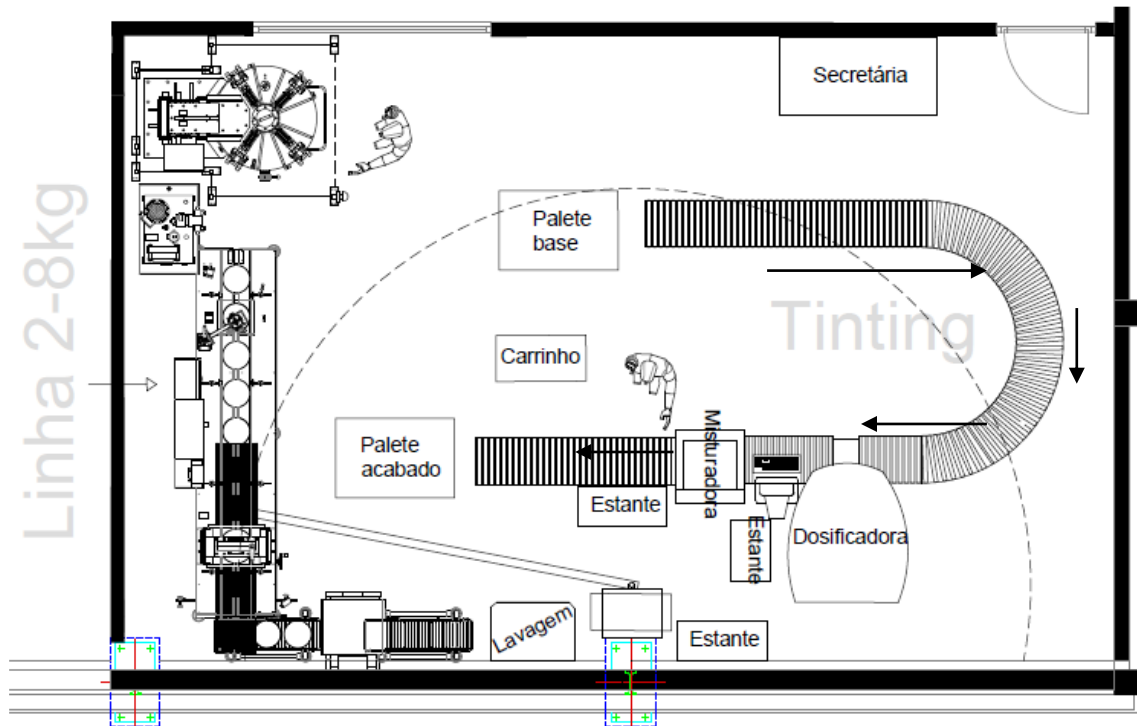


Figura 35 – Layout atual da linha de Tinting de Aveiro.

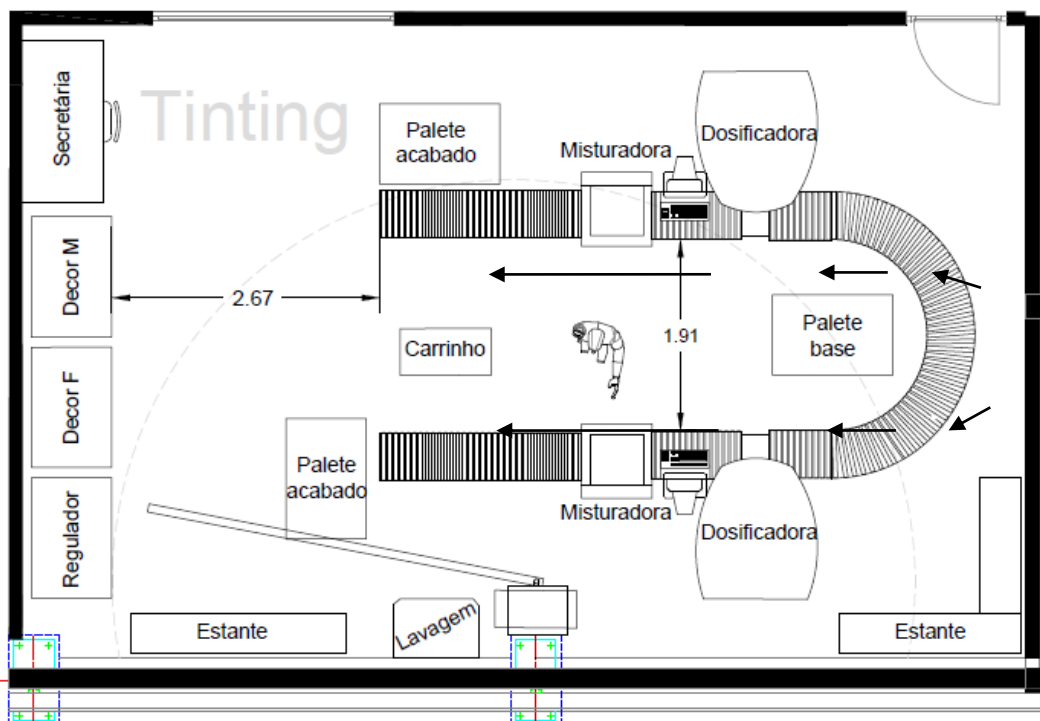


Figura 36 – Layout proposto para duas linhas de Tinting no centro de Aveiro.

Pela observação da Figura 35 verifica-se que, atualmente, existe uma outra linha de produção a ocupar parte do espaço da linha de produção Tinting. Esta linha encontra-se temporariamente naquele local, e na secção seguinte será sugerida uma nova localização, mais adequada, para esta linha.

O *layout* apresentado na Figura 36 foi definido tendo em conta as restrições de espaço existentes e de forma a obter maior eficiência na produção. Se as máquinas fossem colocadas em série, ter-se-ia um cruzamento entre produtos e, para contornar esta questão, seria necessário fazer mudanças no tapete de rolos onde os baldes são encaminhados durante o processo (um custo extra, além do custo da dosificadora). Com as máquinas em série seria possível diminuir o tempo de produção de uma encomenda, mas não o tempo que o operador está parado à espera de que as máquinas terminem o processo, para movimentar os baldes. Desta forma, optou-se por colocar as linhas em paralelo. Assim, o operador consegue operar as duas linhas praticamente em simultâneo, diminuindo ao máximo os movimentos desnecessários, não há cruzamento de produtos, o que poderia complicar o fluxo produtivo, e consegue-se reduzir o tempo de inatividade do operador. Por exemplo, em vez de estar à espera que a dosificação de um balde termine para o encaminhar para a misturadora, o operador está a preparar um balde para ser produzido na segunda linha, e vice-versa.

Qual a melhor solução?

Da análise feita à linha de Tinting de Aveiro foram identificados diversos desperdícios, tais como: excesso de movimentação e tempo de espera do operador; ociosidade dos equipamentos; transporte excessivo de produtos entre centros devido à falta de capacidade de resposta da linha de Aveiro face à procura de produtos Tinting; e produção excessiva de *stock* de produtos acabados para conseguir manter o prazo de entrega e suprimir o aumento súbito da procura, aumentando assim os níveis de *stock*, tanto de matéria-prima como de produtos base e acabado.

Todas as propostas de melhoria expostas apresentam pontos fortes e fracos, mas não existe uma solução ideal que permita eliminar ou reduzir todos os desperdícios identificados e simultaneamente satisfazer as necessidades da linha. A escolha da melhor solução depende do propósito da empresa, dos custos associados e do retorno previsto.

Na Tabela 4 é apresentado um resumo dos principais pontos fortes e fracos das propostas analisadas anteriormente.

Tabela 4 – Pontos fortes e fracos das propostas de melhoria para a linha de Tinting.

	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Proposta A	<ul style="list-style-type: none"> - Redução dos períodos de inatividade - Aumento do indicador OEE - Melhoria do nivelamento diário de produção - Sem custos associados - Possibilidade de redução do <i>stock</i> de produtos 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade produtiva efetiva mantém-se - Incapacidade de satisfazer os picos de procura atuais e no futuro - Perda de clientes pelo aumento do prazo de entrega
Proposta B	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da capacidade produtiva efetiva - Diminuição do movimento de produtos entre centros - Diminuição do <i>stock</i> de produtos 	<ul style="list-style-type: none"> - Tem custos associados, não recuperáveis - Diminuição do indicador OEE - Aumento dos períodos de inatividade - Pode não ser suficiente para satisfazer os picos de procura no futuro
Proposta C	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da capacidade produtiva efetiva - Diminuição do movimento de produtos entre centros - Diminuição do <i>stock</i> de produtos - Custo da dosificadora recuperável em 3,9 anos - Diminuição dos períodos de inatividade do operador - Solução flexível 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos associados à nova dosificadora - Custos com manutenção da nova linha - Aumento do <i>stock</i> de pigmentos - Diminuição do indicador OEE
<p>Proposta A – Gerar ordens de produção apenas uma vez por dia</p> <p>Proposta B – Alargar o horário de funcionamento da linha</p> <p>Proposta C – Introduzir uma segunda linha de Tinting, mantendo um operador</p>		

Como se pode verificar pela análise da Tabela 4, a proposta A é a única que não proporciona o aumento da capacidade efetiva atual, impossibilitando satisfazer os picos de procura atuais e futuros sem recurso a horas extra. Apesar de ser a única proposta que permite o aumento do indicador OEE e que aparentemente não tem custos associados à sua implementação, como esta solução não permite dar resposta aos picos de procura atuais seria necessário recorrer a horas extra, o que constitui um custo extra para a empresa.

A proposta B, apesar de permitir aumentar a capacidade produtiva efetiva, satisfazer as necessidades e picos de procura atuais e diminuir a movimentação de produtos entre centros e os *stocks*, é pouco flexível em termos futuros, caso se verifique a tendência de aumento da procura de produtos Tinting. Esta proposta tem também o custo associado à contratação de um operador temporário no verão, que não é recuperável através da poupança obtida pela diminuição da

movimentação de produtos base e produto acabado entre centros. Adicionalmente, nesta proposta pode ainda haver um aumento do tempo total de inatividade das máquinas e operadores.

A proposta C também permite aumentar a capacidade produtiva efetiva atual, a diminuição dos custos associados à movimentação de produtos entre centros e a diminuição de *stock*, tal como a proposta B. Ao mesmo tempo apresenta a vantagem de possibilitar a diminuição dos períodos de inatividade do operador, o custo associado à aquisição de uma nova dosificadora é recuperável e é uma solução flexível, pois a segunda linha só seria utilizada em caso de necessidade. Por outro lado, no futuro existiria sempre a possibilidade de aumentar a capacidade produtiva efetiva, se houvesse um operador para cada linha ou ainda automatizar uma das linhas para produzir encomendas maiores mantendo um único operador. Obviamente que estas soluções implicariam custos acrescidos.

Tendo em conta o objetivo inicial, que se prende com a melhoria da linha de Tinting de acordo com as suas necessidades produtivas atuais (aumento da procura de produtos Tinting) e a eliminação de desperdícios, mas também o facto de a principal vantagem da empresa relativamente aos seus concorrentes ser a elevada disponibilidade dos seus produtos, a proposta mais adequada seria a proposta C.

3.4. Linha de pastas de 2-8kg

3.4.1. Enquadramento

A linha de pastas de 2-8kg é bastante recente, tendo sido implementada no centro de Aveiro no início de 2019. O objetivo desta linha é a produção de um novo produto (designado comercialmente por *Evolution*), para aplicação na selagem de juntas, que foi desenvolvido pelo departamento de I&D de Aveiro em conjunto com o centro internacional de I&D da Saint-Gobain. Este produto encontra-se patenteado e neste momento a Weber Portugal é a única empresa do grupo Saint-Gobain autorizada a produzi-lo. O produto final tem como destino clientes da Weber em Portugal, mas também é exportado para outras empresas Weber da Saint-Gobain.

Atualmente o produto é produzido num dos misturadores da linha de pastas e só depois encaminhado, num reservatório metálico para a linha de 2-8kg, onde é embalado em baldes de 3kg. A produção é feita para *stock* e não por encomenda.

O objetivo do trabalho realizado nesta linha consistiu em analisar o processo produtivo deste novo produto e, com base nos resultados da análise, propor a melhor localização e o *layout* mais adequado para esta nova linha de embalagem, de forma a eliminar os desperdícios identificados, seguindo a filosofia *Lean*.

3.4.2. Descrição do processo produtivo

O sistema de produção da linha de pastas de 2-8kg está orientado para o *stock*, visto que este produto é muito recente e ainda se encontra em fase de lançamento. Este novo produto possui 10 referências, sendo cada uma delas obtida pela mistura de um gel com a matéria-prima e aditivos, diretamente num dos misturadores da linha de pastas principal, descrita no ponto 3.2. Esta mistura é depois transferida para um reservatório metálico (designado por panela), com capacidade máxima de aproximadamente 1000kg. Na linha de pastas de 2-8kg, o produto é embalado em baldes retangulares de 3kg.

Este produto, tal como as restantes pastas, é obtido através da mistura de uma determinada quantidade de gel (mistura de água, resinas e aditivos) com as matérias-primas e aditivos (componentes granulares). Como as quantidades a produzir deste tipo de pasta são menores que as usuais, a quantidade de gel necessária é substancialmente menor. Por isso, o gel utilizado nesta pasta é produzido numa quantidade de aproximadamente 1000kg e armazenado num IBC para ser utilizado posteriormente na produção da pasta pretendida.

Quando é necessário produzir *stock*, são pesadas manualmente todas as matérias-primas e aditivos e colocadas diretamente num dos misturadores; em seguida é adicionada uma determinada quantidade do gel armazenado, de acordo com a “receita” do produto (Figura 37).

Após a pasta estar pronta, esta é sujeita ao controlo de qualidade. Se a amostra estiver conforme, pode ser iniciado o processo de embalamento do produto na linha de 2-8kg. Se não estiver conforme, tenta-se recuperar a pasta, se tal for possível; se não for possível a recuperação, a pasta é esvaziada do misturador para um depósito que segue para saneamento, tendo de se proceder à produção de uma nova mistura.

Depois de a pasta ser aprovada pelo controlo de qualidade, esta é transferida para a panela, através de uma mangueira que é montada na boca de saída do misturador. De seguida é então transportada, com auxílio de um empilhador retrátil, até à balança, que se encontra junto da sala de controlo, para ser determinada a quantidade exata de pasta contida na panela. Depois da pesagem, a panela é transportada no mesmo empilhador portátil até à linha de embalamento de 2-8kg, que, atualmente, se encontra junto à linha de Tinting (como ilustrado anteriormente na Figura 35). Após todos os procedimentos necessários, tais como o posicionamento da panela, a montagem da mangueira que alimenta a pasta à linha, o ir buscar os baldes, as tampas, os plásticos e as etiquetas, a preparação da paleta para receber os baldes prontos e a aplicação da pressão na panela, é iniciado o processo de enchimento dos baldes, a sua etiquetagem e paletização (Figura 38). Por cada paleta de produto acabado é retirada uma amostra que segue para o controlo de qualidade.

A linha de 2-8kg não tem um horário de funcionamento definido, pois é uma linha muito recente e funciona apenas quando é necessário produzir *stock* de produto, de acordo com as previsões. A linha necessita de dois operadores para funcionar: enquanto um operador trata de colocar os baldes vazios para o enchimento, vai afinando a pressão de saída da pasta, coloca o plástico e tampa no balde, o outro operador coloca as etiquetas e acondiciona os baldes na paleta de produto acabado.

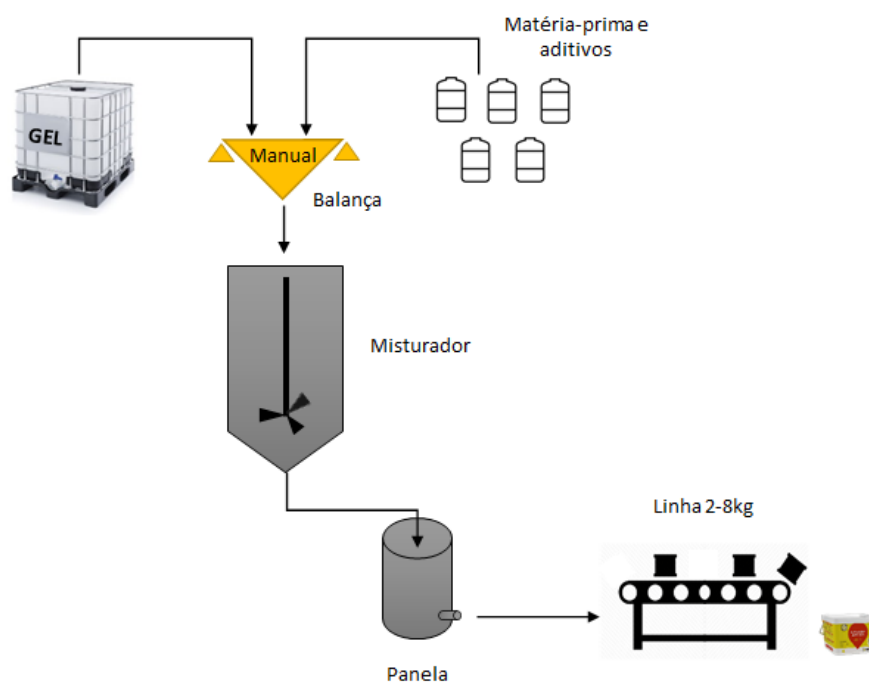


Figura 37 – Esquema do processo produtivo das pastas embaladas na linha de 2-8kg.

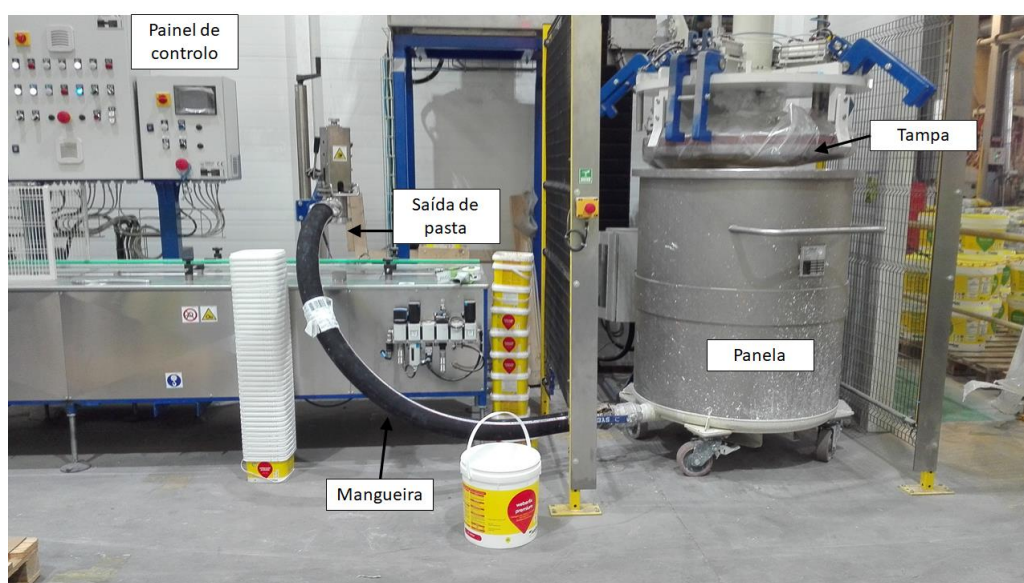


Figura 38 – Linha de 2-8kg (zona inicial da linha).

3.4.3. Histórico: vendas e produção

A linha de 2-8kg foi instalada no início de 2019, mas a comercialização deste novo produto iniciou-se apenas em abril de 2019. A produção deste novo produto, que possui 10 referências, tem sido feita com base nas previsões iniciais de vendas.

Na Figura 39 são apresentados os dados relativos à produção total deste novo produto, desde fevereiro de 2019 a janeiro de 2020, as vendas totais (em ton), entre abril de 2019 e janeiro de 2020 e o *stock* existente à data de 31 de janeiro de 2020.

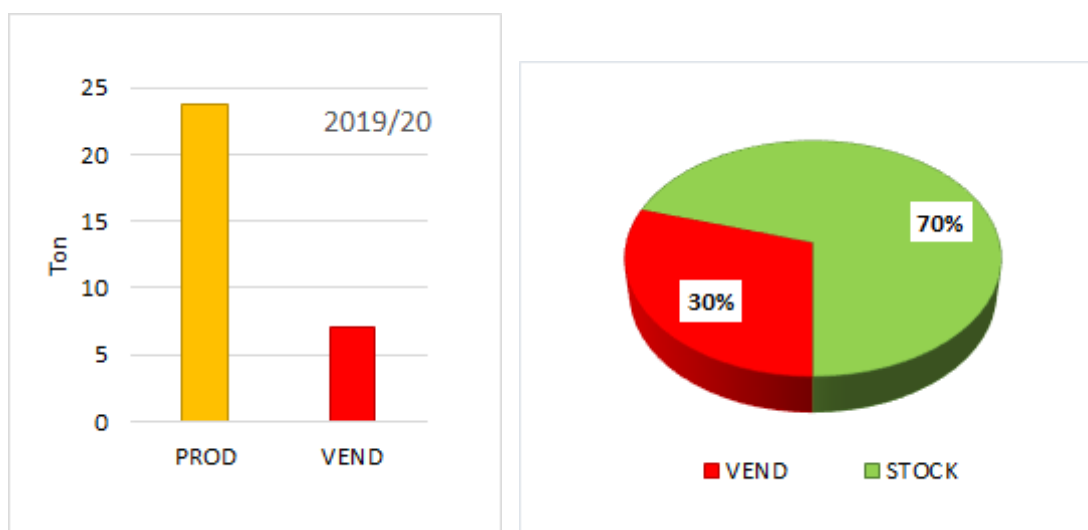


Figura 39 – Histórico de dados: produção, vendas e nível de *stock* entre abril de 2019 e 31 de janeiro de 2020.

Pela análise da Figura 39, verifica-se que existe uma grande diferença entre a quantidade produzida e as vendas efetivas deste novo produto. Existem dois fatores que podem justificar esta situação. Um deles está relacionado com o facto de se tratar de um produto novo e a sua produção basear-se em previsões, talvez demasiado otimistas, sugeridas pelo plano estratégico de marketing para o lançamento deste produto no mercado externo. Outro fator, pode estar relacionado com o facto da linha de produção de pastas, onde atualmente este produto é doseado e misturado num dos seus misturadores, ter parado/cessado a sua atividade no princípio de dezembro de 2019 e até final de janeiro de 2020, para dar início aos trabalhos de construção que irão permitir o aumento da capacidade da linha de pastas, o que levou à necessidade de produzir mais *stock* de forma a assegurar a disponibilidade do produto, enquanto a linha de pastas estivesse parada. Dos dados recolhidos até 31 de janeiro de 2020, verificou-se que da produção total, apenas 30% tinha sido vendido e os restantes 70% de produto produzido se encontravam armazenados em *stock*.

Na Figura 40 é apresentada a evolução e a distribuição das vendas mensais (em ton) entre 1 de abril de 2019 e 31 de janeiro de 2020.

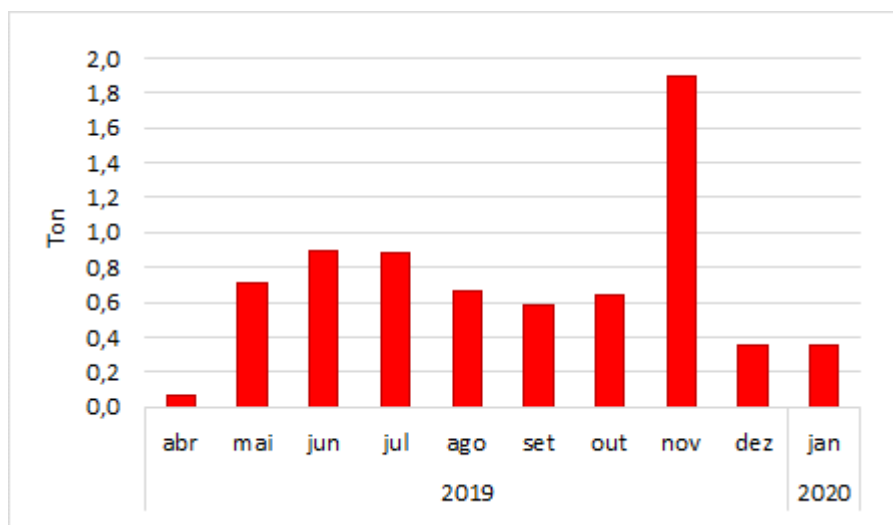


Figura 40 – Evolução das vendas entre abril de 2019 e janeiro de 2020.

A partir da análise da Figura 40 observa-se que, desde o lançamento deste produto em abril, as vendas aumentaram de forma irregular. De notar também a ocorrência de um aumento substancial das vendas no mês de novembro de 2019, o qual é inesperado tendo em consideração que este tipo de produtos tem habitualmente picos de procura na primavera e verão.

Na Figura 41 é apresentado o diagrama de Pareto relativo às quantidades vendidas, por referência, entre abril de 2019 (mês de lançamento do produto) e janeiro de 2020, enquanto na Figura 42 é apresentado o diagrama de Pareto relativo às quantidades produzidas, por referência, entre fevereiro de 2019 (quando se iniciou a produção do produto) e janeiro de 2020.

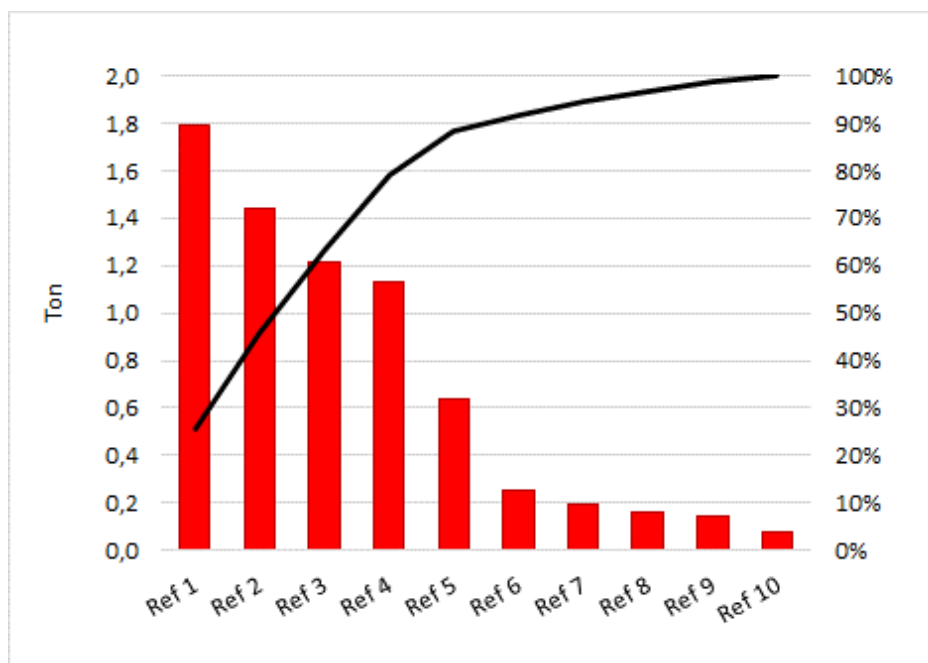


Figura 41 – Diagrama de Pareto das quantidades vendidas por referência entre abril de 2019 e janeiro de 2020.

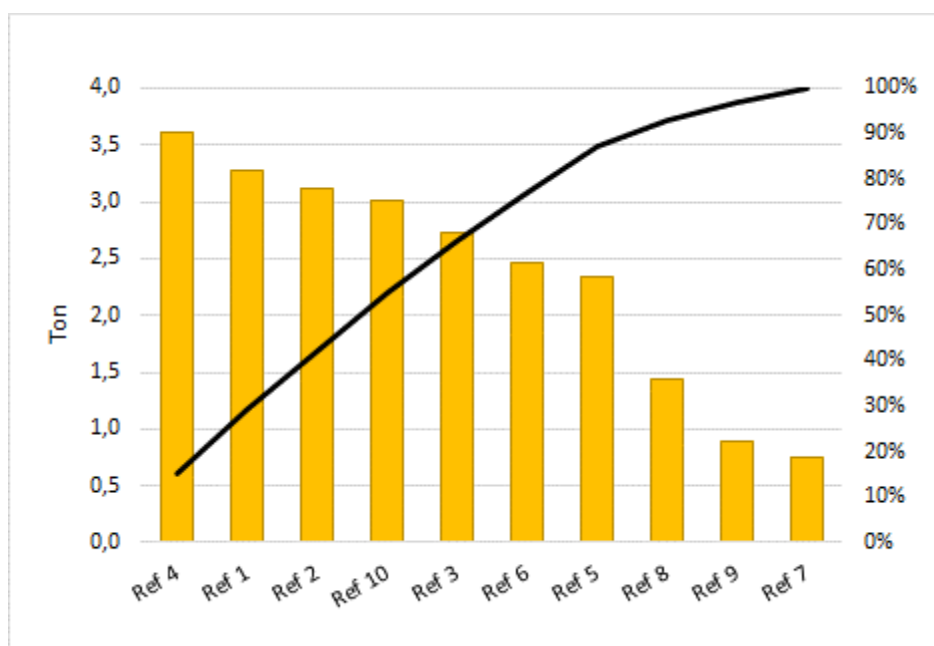


Figura 42 – Diagrama de Pareto das quantidades produzidas por referência entre fevereiro de 2019 e janeiro de 2020.

Pela observação dos diagramas de Pareto apresentados verifica-se que cerca de 63% das vendas do novo produto correspondem às referências 1, 2 e 3, ou seja, a cor cinza-clara, branco e antracite respetivamente, sugerindo que o nível de *stock* destas referências deve ser superior ao

stock das restantes referências. No entanto, a análise da Figura 42 permite verificar que as cores bege, cinza-clara e branco foram as referências mais produzidas, correspondendo a cerca de 45% da produção total.

3.4.4. VSM do estado atual

Para mapear o fluxo de valor atual da linha de embalagem de 2-8kg, foi utilizada a mesma técnica e passos descritos para o caso da linha de Tinting de Aveiro, o VSM.

Como referido anteriormente, o sistema de produção deste novo produto é orientado para *stock* e por isso a sua produção é feita com base na previsão de vendas do produto. O planeamento das necessidades em termos de matérias-primas necessárias é feito em SAP com base em previsões semanais e o fluxo de informação dos clientes é diário. Toda a informação flui eletronicamente. Sob o ícone de fábrica que representa o cliente encontra-se a quantidade total de produto vendido desde o seu lançamento em abril até final de setembro (Figura 43).

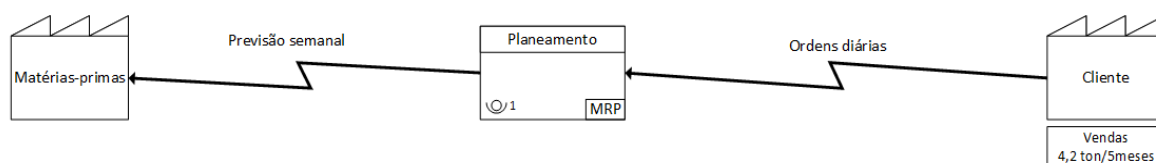


Figura 43 – Fluxo de informação ente clientes, empresa e fornecedores.

Na parte inferior do mapa temos o fluxo do produto, cujas etapas são representadas por caixas de processo e sobre cada caixa de processo encontra-se a respetiva caixa de dados com o tempo de ciclo (T/C) e tempo de *setup* (T/S).

Uma vez que não foi possível acompanhar todas as etapas do processo através da observação direta e recolha de tempos, nomeadamente a produção do “Gel”, a “Dosificação e mistura” e o “Controlo de qualidade (CQ)” depois do produto estar pronto a embalar na linha e depois de embalado, foram utilizados os dados que a empresa possui sobre essas etapas. Assim, para a construção do VSM do estado atual foram utilizados os seguintes dados:

- O tempo de ciclo do “Gel”, que corresponde ao tempo de processamento, é de 30 min;
- O tempo de ciclo do “CQ” do gel é de 30 min;
- O tempo de ciclo da “Dosificação e mistura”, que corresponde ao tempo de processamento, é de 50 min;
- O tempo de *setup* do “Gel” e da “Dosificação e mistura”, que corresponde ao tempo de lavagem do misturador e, é de 45 min;

- O tempo de ciclo do “CQ” das amostras de produto que são retiradas durante o “Enchimento dos baldes” é de 5 min por balde amostrado;
- O fornecimento das matérias-primas, para o gel e a mistura do produto, é mensal.

Em relação aos tempos de ciclo e de *setup* do “Enchimento dos baldes” e “Etiquetagem e paletização” apenas foi possível obter 3 medições e, por isso, são apresentados os valores mínimo e máximo obtidos. Em termos de disponibilidade, ainda não existem dados, mas uma vez que se trata de uma linha nova, considerou-se 100% (Figura 44). O tempo de *setup* do processo “Enchimento dos baldes” corresponde ao posicionamento da panela, fecho da tampa e aplicação de pressão, montagem da mangueira que alimenta a pasta à linha, ir buscar os baldes, as tampas e os plásticos. Em relação à “Etiquetagem e paletização” o tempo de *setup* corresponde a ir buscar as etiquetas e a palete para acondicionar o produto.

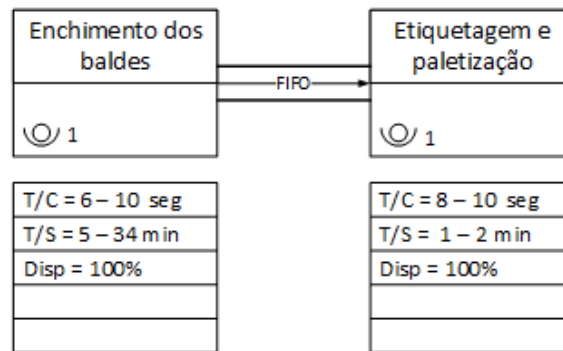


Figura 44 – Dados relativos ao “Enchimento dos baldes” e “Etiquetagem e paletização”.

Geralmente, os *stocks* entre processos devem ser verificados à medida que se mapeia o fluxo de valor pelo chão de fábrica. Porém, neste caso foram usados os valores fornecidos pela empresa, relativos ao dia 25 de maio de 2019, uma vez que não houve oportunidade para recolher esses dados. O respetivo *lead time* dos *stocks* (gel e produto acabado) foram calculados dividindo o valor fornecido pelo seu consumo médio diário, que foi calculado recorrendo ao histórico de vendas entre maio e outubro de 2019 (6 meses). Optou-se por não incluir o mês de abril pois corresponde ao mês de lançamento do produto e por isso é normal que as vendas sejam bastante inferiores, não correspondendo à tendência verificada nos restantes meses. O *lead time* de cada processo é igual ao tempo de ciclo. Desta forma, o *lead time* total obtido, que corresponde à soma do *lead time* de cada processo e ao *lead time* de cada triângulo de *stock*, é de aproximadamente 252 dias. O tempo de processamento máximo obtido, neste caso, foi de 145min/balde.

Entre o “CQ” e o “Enchimento dos baldes” temos um intervalo de tempo que pode variar entre 1h a 3h (Figura 45), ao qual corresponde a soma dos seguintes tempos:

- Espera por operadores;
- Espera por empilhador;
- Transporte da panela até ao misturador;
- Montagem da mangueira no misturador para vaziar o produto para a panela;
- Enchimento da panela;
- Ida até à balança e pesagem da panela;
- Transporte da panela, depois de pesada, até à linha de embalagem de 2-8kg.

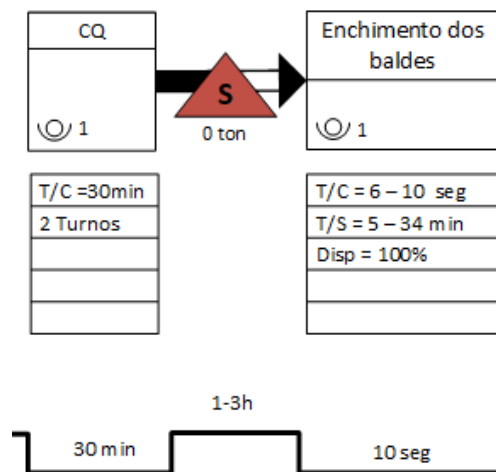


Figura 45 – Intervalo de tempo entre processo de “CQ” e “Enchimento dos baldes”.

Na Figura 46 é apresentado o VSM do estado atual, cuja análise permite verificar que:

- Existe uma grande disparidade entre o *lead time* e o tempo de processamento;
- O *lead time* total é de aproximadamente 252 dias, o que se deve ao elevado nível de *stock* de produto acabado para a procura atual deste produto;
- O tempo de processamento total máximo de um balde é de 145min;
- O tempo de *setup* do processo “Enchimento de baldes” é variável e elevado;
- O tempo de *setup* do processo “Gel” e “Dosificação e mistura” é elevado;
- O tempo de espera entre os processos de “CQ” e “Enchimento dos baldes” é elevado;
- Os tempos de ciclo dos processos de “CQ” são elevados;
- Há excesso de produção, que se traduz em elevados *stocks* de produto acabado.

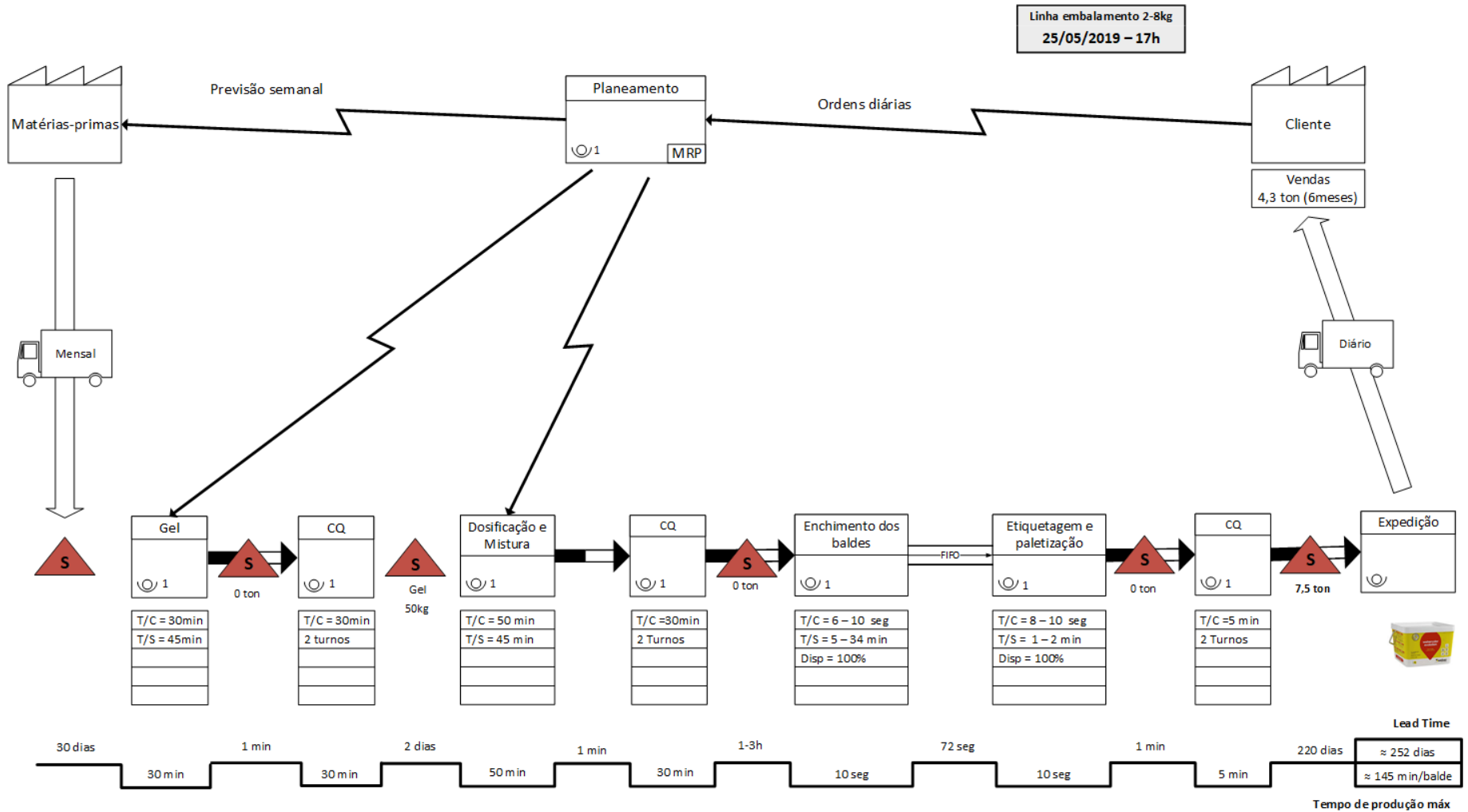


Figura 46 – VSM do estado atual.

3.4.5. Diagrama de *Spaghetti* do estado atual

Para perceber os percursos dos operadores e dos materiais que ocorrem durante o processo produtivo deste produto foi criado um diagrama de Spaghetti, sobre a planta atual do chão de fábrica, para o estado atual, apresentado na Figura 47.

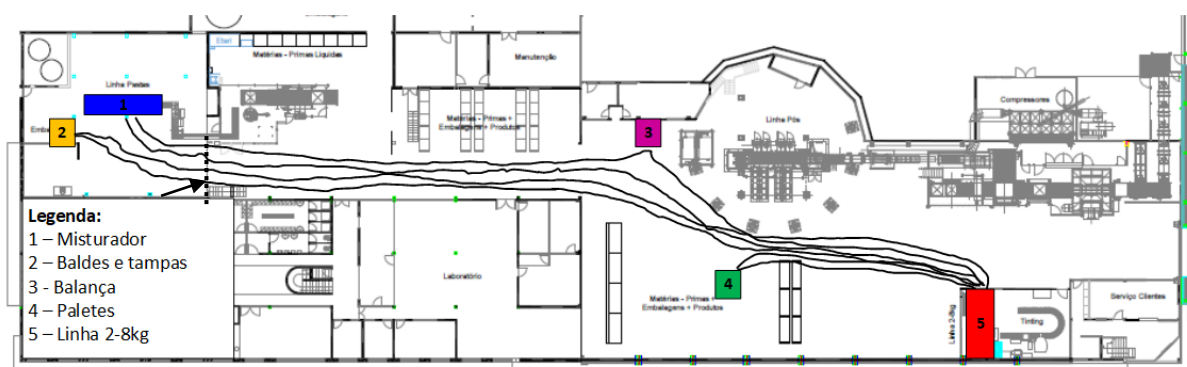


Figura 47 – Diagrama de Spaghetti do estado atual.

Como se pode verificar no diagrama criado, os misturadores da linha de pastas, assim como os baldes e tampas utilizadas para o embalamento do produto encontram-se na extremidade oposta da nave de produção, relativamente à linha de embalamento de 2-8kg.

Depois de a pasta produzida ser aprovada pelo controlo de qualidade, um operador desloca-se com o empilhador até a linha de embalamento e recolhe a panela (zona 5), transportando-a até à zona onde se encontra a linha preta tracejada (assinalada com uma seta). A partir daí, a panela, que possui rodas, tem de ser movimentada através de dois operadores até ao misturador (zona 1), pois a altura disponível não permite a circulação daquele tipo de empilhador. De seguida os operadores têm de desmontar a boquilha existente no misturador e montar uma outra boquilha própria para conseguir encaixar a mangueira que vai transferir a pasta do misturador para a panela (Figura 48).

Após encher a panela com a pasta, os operadores movimentam a panela novamente até a zona da linha preta tracejada, e depois com o auxílio do empilhador levam a panela até à balança (zona 3), próximo da sala de controlo (Figura 49). Depois de a panela ser pesada é transportada até à linha de embalamento do produto (zona 5).

Antes de poder começar o enchimento dos baldes na linha, um dos operadores desloca-se até à zona 2 para recolher os baldes, tampas e plásticos, enquanto o outro se desloca até à zona 4, para recolher a paletes onde vai ser acondicionado o produto final. Se a quantidade de produto produzido for superior à capacidade da panela, depois de o produto existente na panela ser todo embalado,

esta tem de ser novamente pesada na balança (zona 3) e só depois é que segue para o misturador (zona 1) para receber a pasta restante.



Figura 48 – Etapa de montagem da mangueira no misturador que vai alimentar a panela.



Figura 49 – Balança onde é pesada a panela.

A distância média entre a zona 1 e a zona 3 (misturador e balança) é de 53m, entre a zona 3 e a zona 5 (balança e linha) é de 42m, entre a zona 5 e a zona 4 (linha e paletes) é de 35m e entre a zona 5 e a zona 3 (linha e baldes) é de 92m. Estas medidas foram retiradas com o auxílio da planta geral em CAD, disponibilizada pela empresa.

Com o desenho este diagrama consegue-se visualizar facilmente todas as movimentações de operadores e de material, que se traduzem em desperdícios de tempo. À primeira vista verifica-se que a principal causa para o desperdício de tempo está associada à localização da linha de embalagem relativamente ao ponto de abastecimento de produto; porém, o local de

armazenamento dos baldes e tampas, que vão acondicionar o produto, e a localização da balança, onde é pesada a panela, também originam movimentações excessivas.

A informação extraída da análise deste diagrama reforça, assim, a necessidade de determinar uma nova localização para a linha de embalagem de 2-8kg, de maneira a diminuir os desperdícios em transportes e movimentações.

3.4.6. Diagrama de *Spaghetti* do estado futuro

Após perceber todos os percursos dos operadores e dos materiais que ocorrem no estado atual, desenhou-se o estado futuro do processo, que se encontra ilustrado na Figura 50.

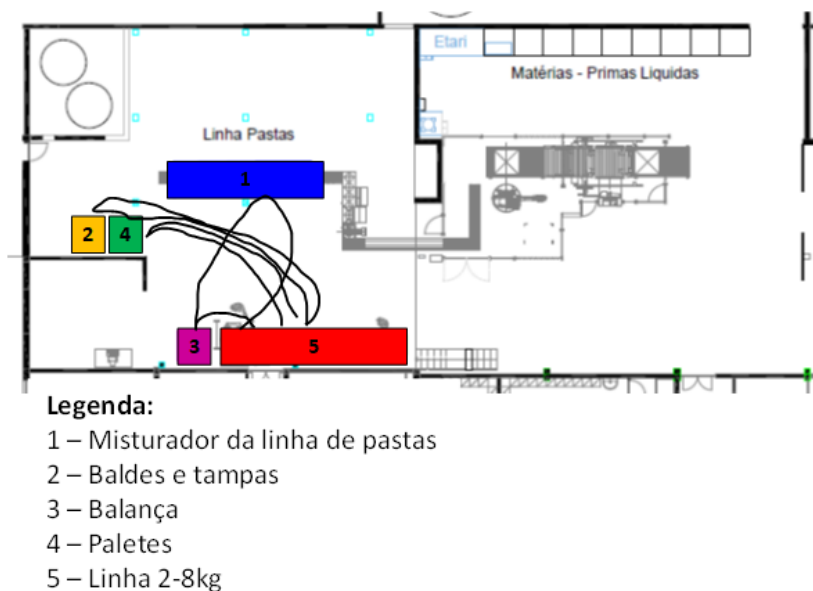


Figura 50 – Diagrama de *Spaghetti* do estado futuro.

Para desenhar o diagrama do estado futuro foi considerada uma nova localização para a linha de 2-8kg, ou seja, mais próxima do seu ponto de abastecimento, a linha de pastas, onde atualmente é produzido este produto. O local de armazenamento de paletes vazias passou para junto do local onde são armazenados os baldes e tampas, mantendo-se, desta forma, todos os materiais necessários o mais próximo possível da linha, tendo em conta as restrições de espaço existentes. A balança onde é pesada a panela encontra-se também junto à linha. Desta maneira é possível reduzir bastante as movimentações dos operadores, como se pode verificar na Tabela 5, onde são apresentadas as distâncias médias, medidas em CAD.

Tabela 5 – Distâncias médias no estado atual e após novo *layout* e localização da linha de embalamento.

	Distância média antes (m)	Distância média após (m)
Misturador (Z1) e balança (Z3)	53	6
Balança (Z3) e linha (Z5)	42	2
Misturador (Z1) e linha (Z5)	92	5
Linha (Z5) e paletes (Z4)	35	11
Linha (Z5) e baldes (Z2)	92	10

3.4.7. Análise de causas

Com a construção do VSM e do diagrama de *Spaghetti* do estado atual foi possível identificar alguns problemas, sendo agora necessário apurar quais as causas que estão na origem desses problemas. Nesta secção apenas serão analisados os problemas associados aos processos que foram efetivamente observados, ou seja:

- Elevado tempo de *setup* associado à etapa de enchimento dos baldes;
- Elevado tempo de espera entre o controlo de qualidade (CQ) da pasta e o início do enchimento dos baldes na linha

O diagrama de *Spaghetti* permitiu identificar uma das causas associadas ao elevado tempo de espera entre o processo de controlo de qualidade da pasta e o processo de enchimento dos baldes na linha – distância entre o ponto de produção da pasta e a linha de embalamento da mesma.

Para avaliar as causas que estão na origem do elevado tempo de *setup* do processo de enchimento dos baldes e do elevado tempo de espera entre etapas foram elaborados dois diagramas de *Ishikawa* centrados nos 4M's (máquina, material, mão-de-obra e método) um para cada problema, que se encontram representados nas Figuras 51 e 52.

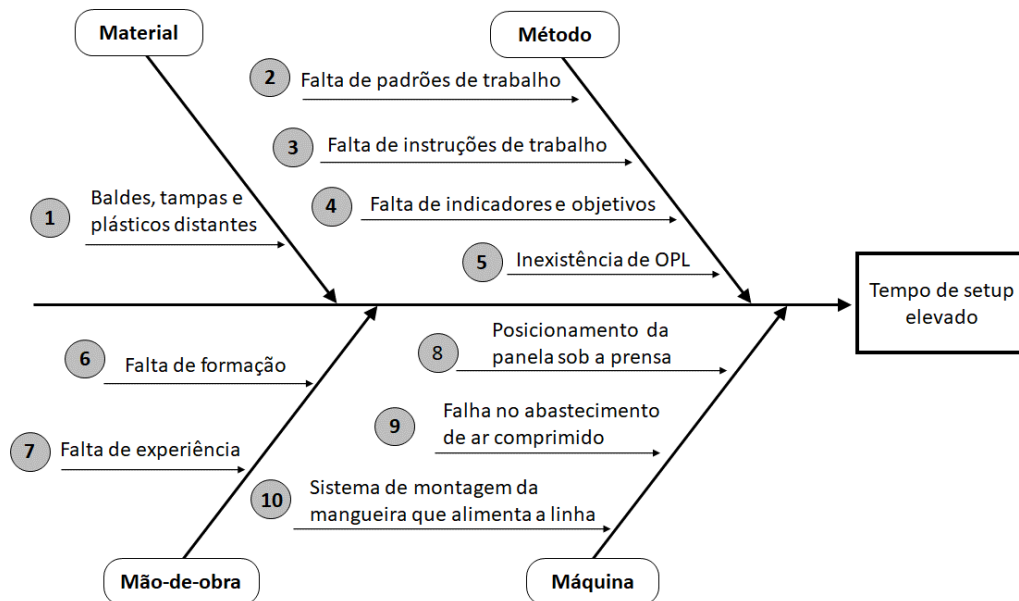


Figura 51 – Diagrama de Ishikawa para o tempo de *setup* elevado do processo de enchimento dos baldes.

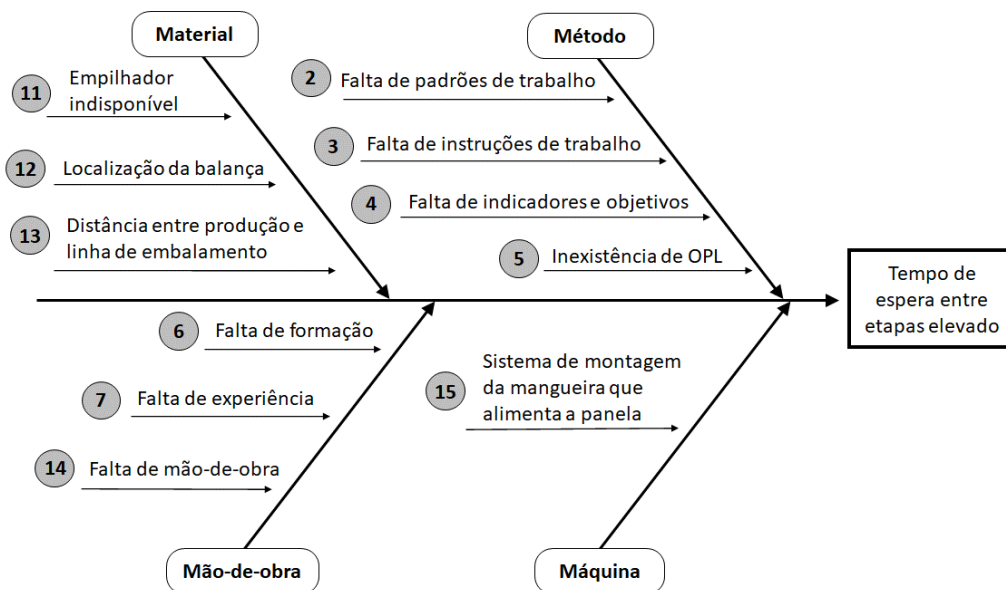


Figura 52 – Diagrama de Ishikawa para o elevado tempo de espera entre o CQ e o enchimento dos baldes.

Pela observação das Figuras anteriores verifica-se que a falta de formação e experiência dos operadores e a falta de padrões, instruções de trabalho e OPL (*One Point Lesson*) são causas comuns a ambos os problemas. Em relação ao elevado tempo de *setup*, verificou-se também que o fator máquina é dos que apresenta mais incidências.

3.4.8. VSM do estado futuro

Após a análise do VSM do estado atual e dos diagramas de *Spaghetti*, foi elaborado o VSM do estado futuro, que se encontra representado na Figura 53.

O objetivo do VSM do estado futuro é destacar as fontes de desperdício e eliminá-las através da implementação de um fluxo de valor num estado futuro que pode, efetivamente, tornar-se numa realidade a curto prazo. Para o caso apresentado, as melhorias propostas cingem-se aos processos que foram efetivamente observados. Desta forma, não serão discutidas as melhorias em relação ao elevado tempo de *setup* associado aos processos de produção de gel e à dosificação e mistura do produto a embalar, nem ao elevado tempo de ciclo dos processos de controlo de qualidade, após a produção do gel e após a produção da mistura.

Para controlar o excesso de produção, reduzir os lotes de produção e o *stock* foi utilizado um sistema *kanban* e instalado um supermercado de produto acabado. A expedição vai retirando os produtos do supermercado e sempre que o *stock* atinge o limite mínimo, é acionado um *kanban* de produção que é baseado na procura e não em previsões de vendas.

Desta forma para atingir o estado futuro proposto são necessárias as seguintes melhorias, que se encontram assinaladas no mapa futuro com o ícone de necessidade de *kaizen* (Figura 5):

- Introduzir sistema *kanban*;
- Dimensionar supermercado de produto acabado de acordo com a procura e atualizar semestralmente;
- Diminuir lote de produção de acordo com a procura e atualizar semestralmente;
- Alterar a localização e *layout* da linha de embalamento de 2-8kg;
- Diminuir tempos de *setup* do processo “Enchimento de baldes”;
- Diminuir tempo de espera entre processo de “CQ” e “Enchimento dos baldes”;
- Negociar com os fornecedores a entrega semanal de matéria-prima.

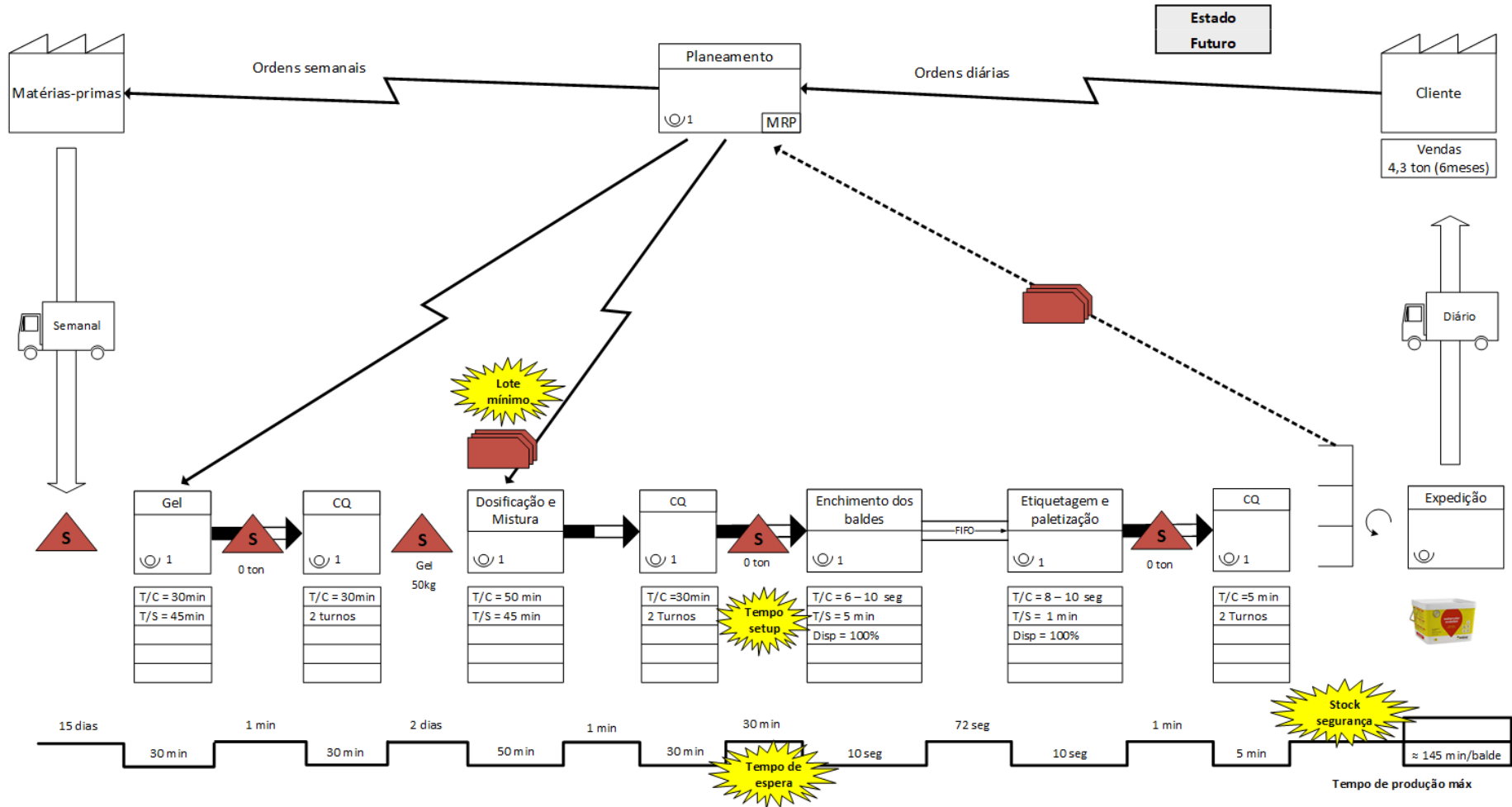


Figura 53 – VSM do estado futuro.

3.4.9. Plano de ação e acompanhamento

Após o levantamento das causas dos problemas (ponto 3.4.8) foram definidas as contramedidas, neste caso: padronizar o processo produtivo e mudar a localização da linha. De seguida foi elaborado um plano de ação para que as contramedidas sejam aplicadas com sucesso, que se encontra na Tabela 6.

Em relação ao seguimento do plano de ação proposto, este deverá ser realizado, mensalmente, pelo Diretor Industrial da Weber.

No Anexo 1 encontra-se respetivo relatório A3.

Tabela 6 – Plano de ação.

Causa	Ação	Início	Alvo	Resp.	Status
6, 7	Formar operadores	out/20	jan/21	RJ/JF	
2	Definir padrões de trabalho	out/20	jan/21	RJ/JF	
3, 5	Criar instruções de trabalho e OPL's	out/20	jan/21	RJ/JF	
4	Implementar quadro de linha	jan/21	fev/21	JF	
1, 11, 13	Propor e decidir novo <i>layout</i>	mai/20	out/20	LA/VN/JF	Em curso
1	Reorganizar local de armazenamento de baldes e paletes	dez/20	jan/21	JF	
1, 11, 13	Instalar linha de acordo com novo <i>layout</i>	nov/20	jan/21		
10	Instalar suporte metálico para encaixe da mangueira	dez/20	jan/21	Manut	
12	Adquirir balança	dez/20	jan/21	Comp	
9	Rever sistema de ar comprimido	jan/21	fev/21	Manut	
14	Ajustar horário das produções	fev/21	mar/21	JF	
13, 15	Orçamentar aquisição de misturador próprio para a panela e colocação de boquilha lateral na tolva das pastas	jun/20	dez/20	RJ	Em curso
13, 15	Calcular <i>payback</i> das propostas	fev/21	mar/21	VN	
13, 15	Implementar decisão		2022	VN	
8	Definir guias para encaixe da panela	jan/21	jan/21	RJ	

3.5. Avaliação dos quadros

3.5.1. Enquadramento

O principal objetivo do grupo é manter a sua posição no mercado como *World Class Manufacturing*, através da utilização dos seus ativos na melhoria contínua da competitividade do grupo. Como tal, o grupo possui diversos *standards* relativamente às práticas que devem ser seguidas pelas suas empresas de forma a manter a sua posição. Um desses *standards* diz respeito aos quadros, ou seja, todas as empresas do grupo devem utilizar quadros nas suas áreas de produção, manutenção, expedição e outros departamentos, com toda a informação necessária para acompanhar, verificar e manter a estabilidade dos seus processos. Estes quadros são utilizados para controlar o desempenho e a melhoria contínua, e desta forma aumentar o desempenho global da empresa. Existem diferentes quadros cuja informação varia consoante a área:

- **Quadro 5S** – serve para avaliar o respeito pelos padrões 5S e deve estar localizado junto da zona sob controlo 5S, em local seguro que permita reunir a equipa regularmente. Este quadro mostra como é que os 5S estão a contribuir para o desempenho da área e contém a análise dos desvios verificados pela equipa e as contramedidas tomadas (Figura 54).

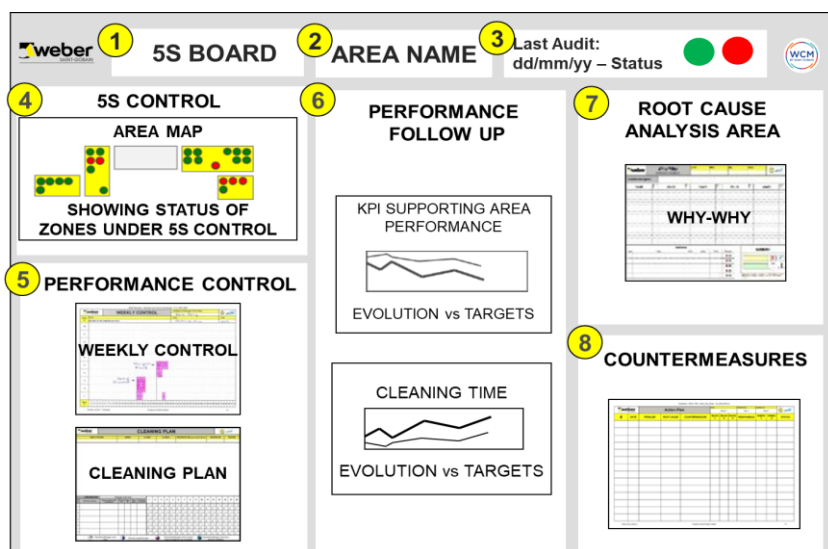


Figura 54 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro 5S.

- **Quadro de linha** – é usado para tornar visual o desempenho da linha e mostrar as atividades que devem ser realizadas pela equipa operacional de forma a manter as condições da linha e, desta forma, impedir a deterioração e avaria da linha, manter a estabilidade da linha e o seu desempenho consistente (Figura 55).

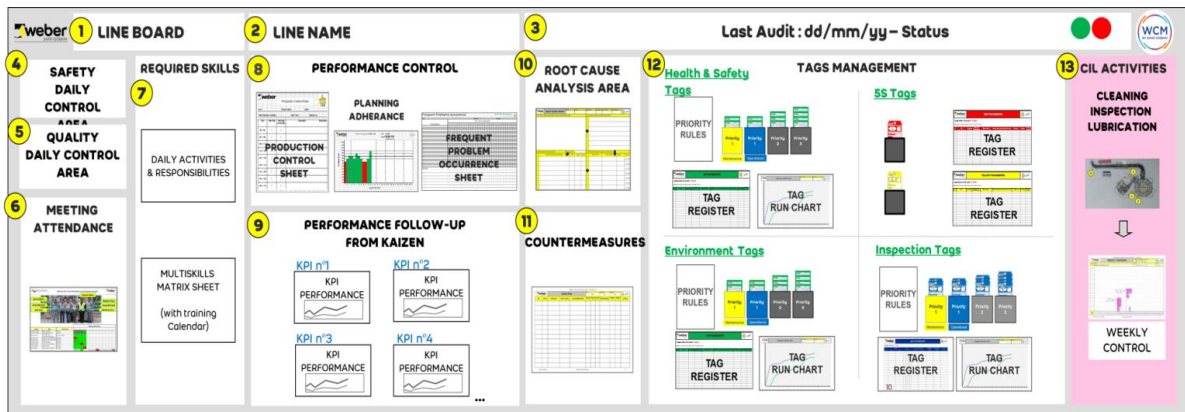


Figura 55 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro de linha.

- **Quadro da manutenção** – tem como objetivo tornar visual todas as atividades de manutenção (paragens, manutenção preventiva, e outras atividades) que devem ser realizadas diária e semanalmente e o seu estado, de forma a corrigir e evitar avarias, manter a estabilidade e o desempenho consistente das máquinas. É um quadro resumo que deve estar localizado no departamento de manutenção (Figura 56).

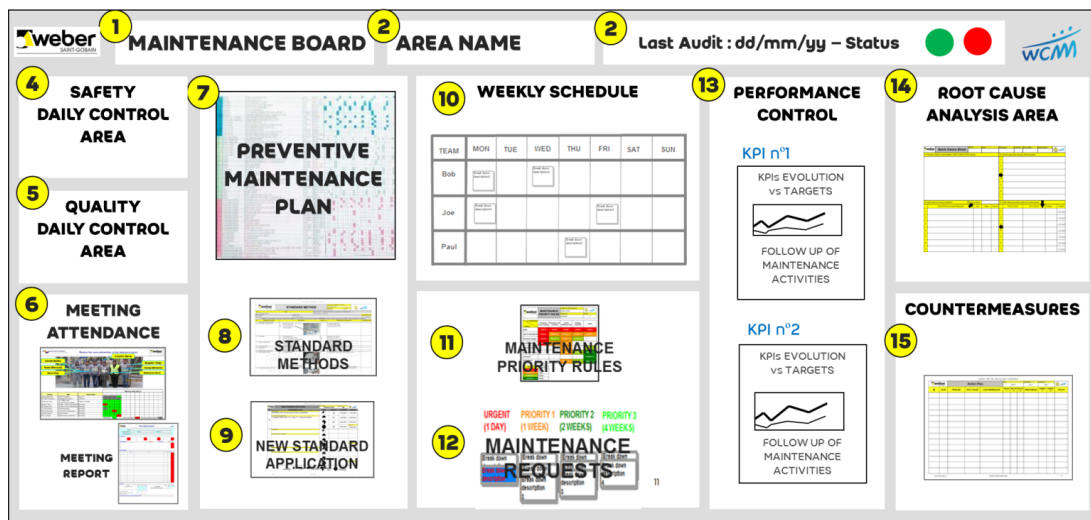


Figura 56 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro da manutenção.

- **Quadro de departamento** – serve para mostrar de forma clara os objetivos a atingir pelo departamento e todas as atividades que têm de ser realizadas para atingir esses objetivos (Figura 57).

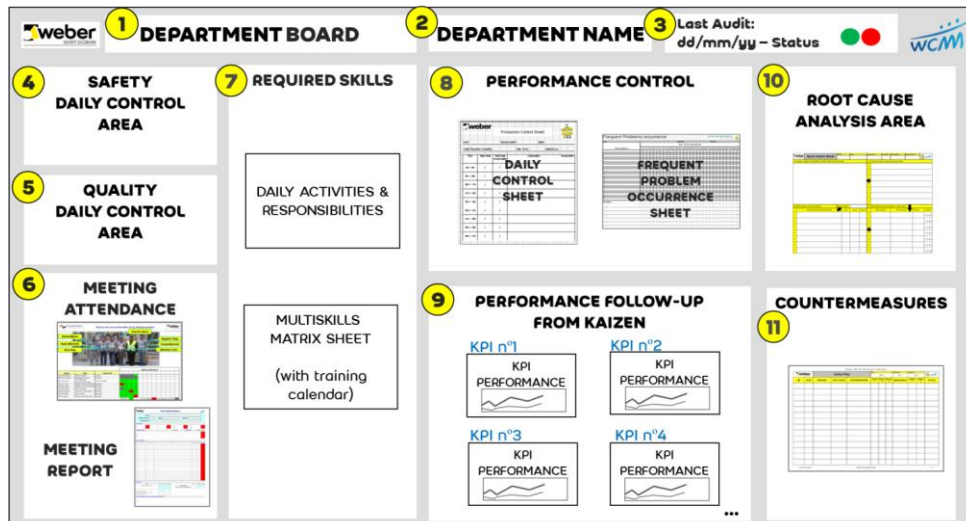


Figura 57 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro de departamento.

- **Quadro geral** – é usado para dar uma visão clara dos objetivos a alcançar pelo país e qual a contribuição da empresa para esses objetivos. Serve também para mostrar o desempenho global da empresa aos seus colaboradores (Figura 58).

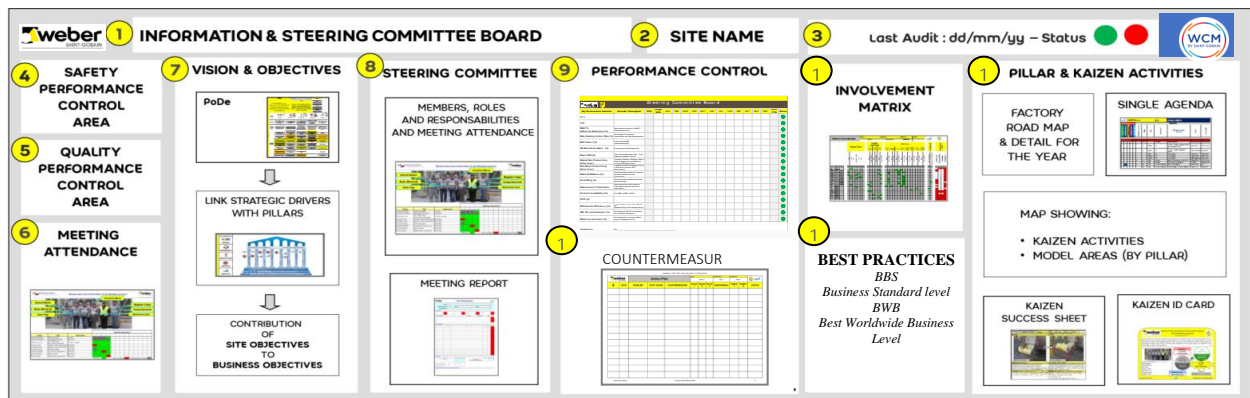


Figura 58 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro geral.

- **Quadro de auditoria** – tem como objetivo estabelecer um plano de auditoria, informando todos os colaboradores acerca do que vai ser auditado, o que vai ser verificado e quando. Também informa sobre os resultados das auditorias já realizadas e respetivas contramedidas adotadas (Figura 59).

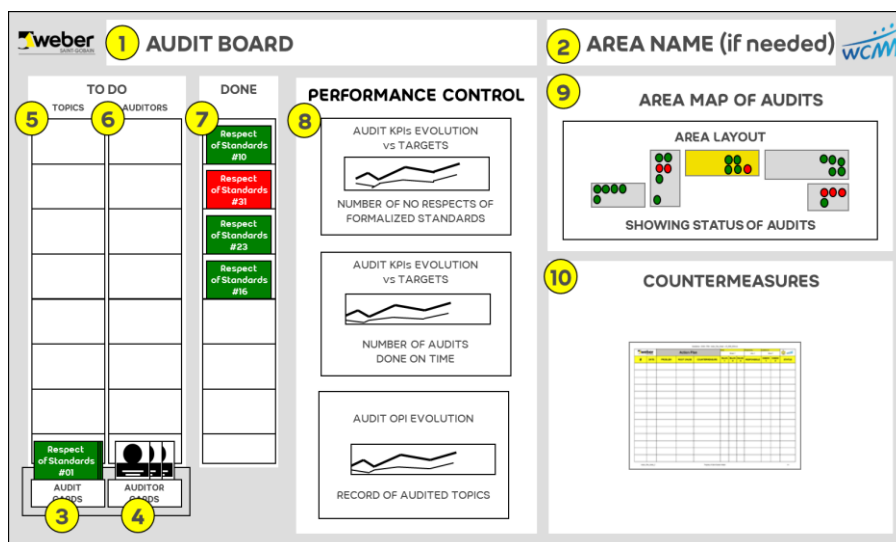



Figura 59 – Saint-Gobain Weber: modelo quadro de auditoria.

Todos os quadros seguem uma sequência lógica da esquerda para a direita e de cima para baixo, conforme a numeração das secções que o compõem. Outra questão importante para o controlo de desempenho são as reuniões. De acordo com as normas do grupo Saint-Gobain, estas reuniões devem ser realizadas com uma determinada frequência e duração, os temas abordados devem ser claros e coerentes e devem ser realizadas, geralmente, junto ao quadro a que se referem (Tabela 7). Na Figura 60 é apresentado o sistema de auditoria aos quadros que deve ser seguido pelas empresas Weber do grupo Saint-Gobain.

Tabela 7 – Saint-Gobain Weber: normas relativas à realização das reuniões dos quadros.

Quadro	Frequência	Duração	Quem
Geral	Mensalmente, antes do dia 10	20 min	Diretor geral e gestores dos departamentos (Reuniões informativas)
		60 min	Diretor geral e gestores dos departamentos (Reuniões de direção)
Departamento	Diária	10 min	Responsável do departamento e equipa operacional
	Semanal		Diretor geral e responsável do departamento
Linha	Diária	10 min	Responsável de produção e equipa operacional
	Semanal		Responsável do departamento e de produção
Manutenção	Diária	10 min	Responsável da manutenção e equipa operacional
	Semanal		Diretor geral e responsável da manutenção
5S	Semanal 2 ^a ou 6 ^a	10 min	Gestor da área e equipa operacional
Auditoria	Semanal 2 ^a ou 6 ^a	30 min	Diretor geral, gestor da área e equipa

Audit System
Frequency and Auditors



PCS Boards	Frequency		Auditors		
	Monthly	Every 03 Months	Site Manager	Department Manager	WCM Coordinator
Information and Steering Committee	✓				
Department Board	✓				
Line Board	✓				
Maintenance Board	✓				
5S Board	✓				
Audit Board		✓			

● Mandatory
● Optional

Figura 60 – Saint-Gobain Weber: sistema de auditoria aos quadros.

3.5.2. Auditoria aos quadros do centro do Carregado

A auditoria aos quadros baseou-se na observação direta do seu conteúdo e no preenchimento de um formulário preparado em Excel para esse efeito, que se encontra no Anexo 2. O formulário é composto por 35 questões que visam verificar se as secções do quadro estão “conformes” de acordo com o modelo do grupo Saint-Gobain ou “não conformes”. Uma secção é classificada “não conforme” caso não esteja contemplada no quadro como devia, caso não possua a informação necessária ou caso a informação nela constante não esteja atualizada. Consoante o quadro em questão pode haver campos que não são aplicáveis e por isso encontram-se assinalados a cor cinza.

Na Figura 61 são apresentados os resultados da auditoria realizada no centro de produção do Carregado no dia 12 de novembro de 2019.

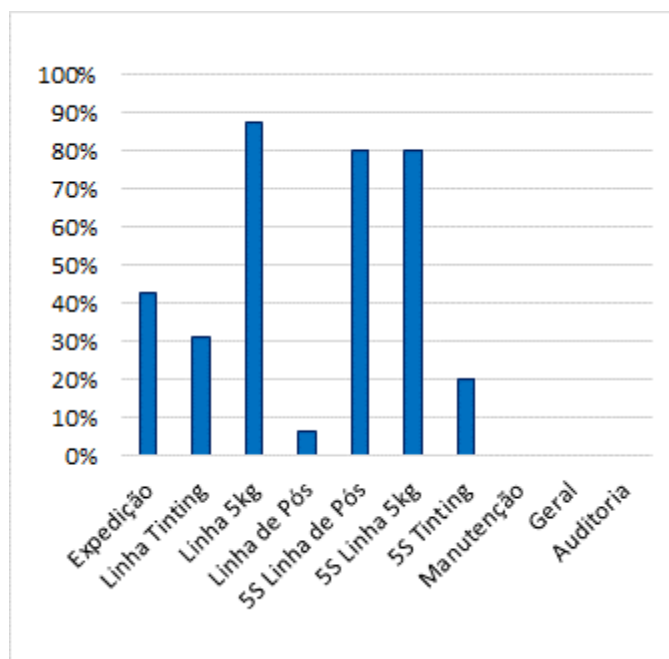


Figura 61 – Avaliação dos quadros: percentagem de “conformes”.

Como se pode verificar pela análise da Figura 61, apenas 3 quadros apresentam uma percentagem de “conformes” igual ou superior a 80% (quadro de linha de 5kg, quadro 5S da linha de 5kg e quadro 5S da linha de pós). Existem 3 quadros que não foram implementados – o quadro geral, o quadro de manutenção e o de auditoria. Em relação aos restantes quadros, a baixa percentagem de “conformes” deve-se ao facto de estes não seguirem a organização preconizada nos modelos da Saint Gobain ou estarem incompletos, isto é, não possuem todas as secções previstas no modelo Saint Gobain, as secções não possuem a informação correta/necessária ou as secções não estão atualizadas.

3.5.3. Plano de ação e acompanhamento

Dos resultados obtidos na auditoria aos quadros do centro de produção do Carregado resultou o plano de ação ilustrado na Tabela 8.

O acompanhamento do cumprimento das ações previstas no referido plano deverá ser realizado mensalmente pelo Diretor Industrial da Weber.

Tabela 8 – Plano de ação.

Ação	Início	Alvo	Resp.	Status
Rever diretrizes mais recentes do grupo (<i>Toolkits</i> da Saint-Gobain)	01/05/20	30/08/20	Responsáveis de cada área	Em curso
Formar as equipas para a correta utilização dos quadros e preenchimentos dos formulários	01/07/20	30/10/20	Responsáveis de cada área	
Definir responsabilidades na gestão de cada seção dos quadros	01/08/20	30/10/20	Responsáveis de cada área	
Recolha de toda a informação e dados necessários para implementar o quadro da manutenção	01/07/20	30/08/20	Responsável da manutenção	
Instalar quadro da manutenção	01/09/20	30/09/20	Responsável da manutenção e equipa	
Recolha de toda a informação e dados necessários para implementar o quadro geral	01/07/20	30/08/20	Diretor geral, responsáveis dos departamentos	
Instalar quadro geral	01/09/20	30/09/20	Diretor geral, responsáveis dos departamentos	
Instalar quadro de auditoria	01/09/20	30/09/20	Diretor geral, responsáveis dos departamentos	
Recolha de toda a informação e dados necessários para implementar o quadro da linha de pós	01/10/20	30/11/20	Responsável da área	
Instalar quadro da linha de pós	01/12/20	30/12/20	Responsável da área e equipa	
Organizar e atualizar quadro da linha de Tinting	01/11/20	30/11/20	Responsável da área e equipa	
Organizar e atualizar quadro 5S da linha de Tinting	01/12/20	30/12/20	Responsável da área e equipa	
Organizar e atualizar quadro da expedição	01/11/20	30/11/20	Responsável da área e equipa	

4. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O objetivo do grupo Saint-Gobain, como empresa WCM, é a busca constante do desempenho de classe mundial para manter e fortalecer a sua liderança. Para que isto seja possível, a empresa tem de adaptar-se às constantes mudanças do mercado através da contante melhoria contínua dos seus processos.

O programa WCM no grupo Saint-Gobain visa instituir uma dinâmica de busca proativa pela excelência operacional incentivando a participação ativa de todos os seus colaboradores e tendo como base a filosofia *Lean*.

O trabalho apresentado foi desenvolvido no âmbito do programa WCM, durante o estágio curricular na empresa Weber Portugal, e teve como principais objetivos adaptar a linha de Tinting de Aveiro às novas necessidades decorrentes do aumento da procura de produtos Tinting, melhorar a eficiência da linha de pastas de 2-8kg, que foi implementada no início de 2019, e verificar o respeito pelos *standards* definidos pelo grupo Saint-Gobain para as suas empresas, mais especificamente, a implementação e utilização de quadros, nas suas áreas de produção e departamentos, como ferramenta de gestão visual para o controlo do desempenho e a melhoria contínua dos seus processos.

Para atingir os referidos objetivos foi usado um conjunto de ferramentas *Lean*, que permitiram identificar os desperdícios existentes, determinar as causas gerais que estavam na origem dos problemas identificados e definir ações de melhoria.

A utilização da ferramenta VSM (*Value Stream Mapping*), para mapear o estado atual da linha de Tinting e da linha de pastas de 2-8kg, foi essencial para visualizar o fluxo de material e de informação, identificar desperdícios e oportunidades de melhoria.

O VSM do estado atual da linha de Tinting permitiu verificar que o gargalo deste processo produtivo se encontra na máquina de dosificação de pigmentos, pois para as amostras observadas, este processo demora em média mais do que o processo de mistura, havendo, portanto, um tempo de espera entre estes processos. Por outro lado, o *lead time* mais longo de 24 dias, deve-se ao elevado prazo de entrega dos pigmentos e à quantidade mínima a encomendar, o que impõe a existência de um *stock* elevado de pigmentos para as atuais necessidades da linha.

No estudo da linha de Tinting, foi ainda utilizado o método de amostragem do trabalho que permitiu estimar a proporção de tempo que o operador da linha de Tinting gasta a desempenhar cada tarefa e o tempo de inatividade das máquinas. Este método permitiu verificar que apenas 6% do tempo do operador é despendido em tarefas que agregam valor, 55% é despendido em tarefas que não agregam valor mas são necessárias, e 39% do tempo é gasto em tarefas que não agregam valor ao produto final.

Depois de avaliar o estado atual e o histórico da linha de Tinting, os principais desperdícios identificados foram o excesso de movimentação e o tempo de espera do operador da linha, ociosidade dos equipamentos durante o outono e inverno (a procura é menor), transporte excessivo de produtos entre o centro de Aveiro e do Carregado, por falta de capacidade produtiva da linha de Aveiro para suprimir a procura existente e o *stock* excessivo de pigmentos.

Com base na análise feita foram formuladas e discutidas três soluções distintas: gerar ordens de produção apenas uma vez por dia; alargar o horário de funcionamento da linha de 8h para 12h; introduzir uma segunda linha de Tinting, mantendo apenas um operador. Nenhuma das soluções é a ideal, visto que não permitem simultaneamente eliminar ou reduzir todos os desperdícios identificados e satisfazer as necessidades atuais da linha, decorrentes do aumento da procura de produtos Tinting. Tendo em conta o compromisso da Weber para com os seus clientes de manter o prazo de entrega atual destes produtos, bem como a necessidade de aumentar a capacidade produtiva da linha, devido à crescente procura destes produtos – prevê-se o desenvolvimento de outras gamas de produtos para esta linha – a solução mais adequada e flexível consiste na introdução de uma segunda linha de Tinting, cujo *layout* proposto permite que seja operada por um ou dois operadores, consoante as necessidades de produção.

Em relação à linha de pastas de 2-8kg, o VSM do estado atual permitiu identificar alguns desperdícios, tais como o excesso de produção e *stock*, excesso de movimentação de operadores e material, tempo de espera e de *setup* elevados. A utilização do diagrama de *Spaghetti* permitiu verificar quais as distâncias percorridas pelos operadores e pelos materiais no estado atual, tendo sido definida, com base na informação recolhida, uma nova localização e *layout* para a linha de 2-8kg, que permite eliminar a movimentação excessiva verificada. Para avaliar as causas que estavam na origem do elevado tempo de *setup* e do elevado tempo de espera entre etapas foi utilizado o diagrama de *Ishikawa*, tendo-se verificado que os fatores método (falta de padronização, instruções de trabalho, indicadores) e mão-de-obra (falta de formação e experiência dos operadores) são comuns aos dois problemas analisados. Em relação ao elevado tempo de *setup* o fator máquina também se revelou importante. Por fim, foi proposto um plano de ação que visa eliminar os problemas analisados e atingir o estado futuro pretendido.

Em relação à utilização e implementação de quadros como parte do sistema visual de controlo do desempenho dos processos, definido pelo grupo Saint-Gobain, apenas foi possível fazer a auditoria aos quadros do centro de produção do Carregado. Os resultados obtidos demonstraram uma fraca adesão a este sistema visual, pois apenas três quadros estão conforme as normas estabelecidas pelo grupo Saint-Gobain. O quadro geral, o quadro de manutenção e o quadro de auditoria não foram implementados e os restantes quatro quadros existentes estão bastante incompletos, uma vez que não possuem a informação necessária e/ou não estão atualizados.

A utilização dos quadros é bastante importante para verificar o desempenho e a implementação do trabalho padronizado diariamente e para identificar e resolver problemas em tempo real, permitindo que a empresa tome as decisões certas no momento certo. Para que os quadros sirvam o seu propósito é importante sensibilizar os colaboradores e promover o seu envolvimento na implementação e manutenção dos mesmos e dotá-los de responsabilidades.

Globalmente considera-se que os objetivos definidos para o projeto foram atingidos; contudo, devido à duração limitada do estágio curricular, não foi possível implementar as ações de melhoria propostas e, portanto, não foi possível avaliar os seus impactos reais, durante este projeto.

Em termos de trabalho futuro, seria importante:

- Avaliar todas as etapas do processo de produção do Evolution (linha de 2-8kg), que não foram avaliadas neste projeto, desde a produção do gel à produção da pasta, de forma a verificar quais as oportunidades de melhoria existentes;
- Desenhar um novo VSM do estado futuro, à medida que forem implementadas as melhorias propostas na linha de 2-8kg, promovendo a sua melhoria contínua;
- Avaliar os impactos das ações propostas na linha de 2-8kg;
- Avaliar o fluxo de valor de produtos Tinting no centro do Carregado;
- Negociar com o fornecedor de pigmentos para o Tinting entregas menos espaçadas e em menor quantidade;
- Realizar uma auditoria aos quadros do centro de produção de Aveiro.

BIBLIOGRAFIA

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 25, pp. 709–756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Alexander, P., Antony, J., & Rodgers, B. (2019, March 4). Lean Six Sigma for small- and medium-sized manufacturing enterprises: a systematic review. *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 36, pp. 378–397. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2018-0074>
- Allen, T. T. (2010). Introduction to engineering statistics and lean sigma: Statistical quality control and design of experiments and systems. In *Introduction to Engineering Statistics and Lean Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-1-84996-000-7>
- Barsalou, M. A. (2015). *Root cause analysis : a step-by-step guide to using the right tool at the right time* (1st ed.). Taylor and Francis Group.
- Bilsel, R. U., & Lin, D. K. J. (2012). Ishikawa cause and effect diagrams using capture recapture techniques. *Quality Technology and Quantitative Management*, 9(2), 137–152. <https://doi.org/10.1080/16843703.2012.11673282>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1), 47–53. <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Camgoz-Akdag, H. (2007). Total quality management through six sigma benchmarking: A case study. *Benchmarking*, 14(2), 186–201. <https://doi.org/10.1108/14635770710740387>
- Chand, G., & Shirvani, B. (2000). Implementation of TPM in cellular manufacture. *Journal of Materials Processing Technology*, 103(1), 149–154. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(00\)00407-6](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(00)00407-6)
- Chapman, C. D. (2005, June). Clean house with lean 5S. *Quality Progress*, Vol. 38, pp. 27–32.
- Chiarini, A. (2013). Waste savings in patient transportation inside large hospitals using lean thinking tools and logistic solutions. *Leadership in Health Services*, 26(4), 356–367. <https://doi.org/10.1108/LHS-05-2012-0013>
- Chiarini, A., & Vagnoni, E. (2015). World-class manufacturing by Fiat. Comparison with Toyota Production System from a Strategic Management, Management Accounting, Operations Management and Performance Measurement dimension. *International Journal of Production Research*, 53(2), 590–606. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.958596>
- De Felice, F., Petrillo, A., & Monfreda, S. (2013). Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. In Massimiliano Schiraldi (Ed.), *Operations Management*. <https://doi.org/10.5772/54450>

- De Felice, F., Petrillo, L., Ranieri, L., & Petrillo, A. (2019). Previous studies and differences between Lean Management and World Class Manufacturing. *International Journal of Information Technology & Decision Making*. <https://doi.org/10.1142/s0219622019500391>
- Digalwar, A. K., Jindal, A., & Sangwan, K. S. (2012). Modeling the performance measures of world class manufacturing using interpreting structural modeling. *Journal of Modelling in Management*, 10(1), 4–22. <https://doi.org/10.1108/JM2-05-2012-0015>
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Flynn, B. B., Schroeder, R. G., & Flynn, E. J. (1999). World class manufacturing: An investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. *Journal of Operations Management*, 17(3), 249–269. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00050-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00050-3)
- Flynn, B. B., Schroeder, R. G., Flynn, E. J., Sakakibara, S., & Bates, K. A. (1997). World-class manufacturing project: Overview and selected results. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 17, pp. 671–685. <https://doi.org/10.1108/01443579710175592>
- Garza-Reyes, J. A., Flint, A., Kumar, V., Antony, J., & Soriano-Meier, H. (2014). A DMAIRC approach to lead time reduction in an aerospace engine assembly process. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(1), 27–48. <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2012-0058>
- Giffi, C., Roth, A. V., Seal, G. M., & National Center for Manufacturing Sciences (U.S.). (1990). *Competing in world-class manufacturing : America's 21st century challenge*. Business One Irwin.
- Gladysz, B., Santarek, K., & Lysiak, C. (2018). Dynamic spaghetti diagrams. A case study of pilot RTLS implementation. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 637, 238–248. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64465-3_24
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8(4), 241–249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Haleem, A., Sushil, Qadri, M. A., & Kumar, S. (2012). Analysis of critical success factors of world-class manufacturing practices: an application of interpretative structural modelling and interpretative ranking process. *Production Planning & Control*, 23(10–11), 722–734. <https://doi.org/10.1080/09537287.2011.642134>
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean

- thinking. *International Journal of Operations and Production Management*, 24(10), 994–1011. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Kurpjuweit, S., Reinerth, D., Schmidt, C. G., & Wagner, S. M. (2019). Implementing visual management for continuous improvement: barriers, success factors and best practices. *International Journal of Production Research*, 57(17), 5574–5588. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1553315>
- Lu, J.-C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2285–2305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Łyp-Wrońska, K. (2016). World Class Manufacturing methodology as an example of problems solution in Quality Management System. *Key Engineering Materials*, 682, 342–349. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.682.342>
- Marksberry, P., Rammohan, R., & Vu, D. (2011). A systems study on standardised work: A Toyota perspective. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 7(3), 287–303. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2011.039349>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mueller, P. S., & Cross, J. A. (2020). Factors impacting individual Six Sigma adoption. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(1), 57–83. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2018-0040>
- Murugesan, T. K., Senthil Kumar, B., & Saravana Kumar, M. (2012). Competitive advantage of World Class Manufacturing System (WCMS) - a study of manufacturing companies in South India. *European Journal of Social Sciences*, 29(2), 295–311.
- Novická, A., Papcun, P., & Zolotová, I. (2016). Mapping of machine faults using tools of World Class Manufacturing. *SAMI 2016 - IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics - Proceedings*, 223–227. <https://doi.org/10.1109/SAMI.2016.7423011>
- Okhowat, M. A., Ariffin, M. khairol anuar M., Ariffin, A. M., Nehzati, T., & Tadayon, A. (2012). Development of world class manufacturing framework by using six-sigma, total productive maintenance and lean. *Scientific Research and Essays*. <https://doi.org/10.5897/SRE11.368>
- Omachonu, V. K., & Ross, J. E. (2004). *Principles of Total Quality, Third Edition* (3rd ed.). London: CRC Press.

- Pałucha, K. (2012). World Class Manufacturing model in production management. *Archives of Materials Science and Engineering*, 58(2), 227–234.
- Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). *Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços*. Curitiba: UnicenP.
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010, January 1). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 27, pp. 138–155. <https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Petrillo, A., De Felice, F., & Zomparelli, F. (2019). Performance measurement for world-class manufacturing: a model for the Italian automotive industry. *Total Quality Management and Business Excellence*, 30(7–8), 908–935. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1408402>
- Petroni, A., Zammori, F., & Marolla, G. (2017). World class manufacturing in make-to-order batch-production SMEs: An exploratory analysis in northern Italy. *International Journal of Business Excellence*, 11(2), 241–275. <https://doi.org/10.1504/IJBEX.2017.081434>
- Poduval, P. S., Pramod, V. R., & Jagathy Raj, V. P. (2015). Interpretive structural modeling (ISM) and its application in analyzing factors inhibiting implementation of total productive maintenance (TPM). *International Journal of Quality and Reliability Management*, 32(3), 308–331. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-06-2013-0090>
- Rahani, A. R., & Al-Ashraf, M. (2012). Production flow analysis through Value Stream Mapping: A lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*, 41, 1727–1734. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>
- Raisinghani, M. S., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., & Daripaly, P. (2005). Six Sigma: Concepts, tools, and applications. *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 105, pp. 491–505. <https://doi.org/10.1108/02635570510592389>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 34, pp. 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Rossi, M., Taisch, M., & Terzi, S. (2012). Lean product development: A five-steps methodology for continuous improvement. *2012 18th International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE 2012 - Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ICE.2012.6297704>
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda* (1st editio). Lean Enterprise Institute.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*. Harlow : Pearson Education.
- Senderská, K., Mareš, A., & Václav, Š. (2017). Spaghetti diagram application for workers'

- movement analysis. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*, 79(1), 139–150.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Sharma, M., & Kodali, R. (2008). Development of a framework for manufacturing excellence. *Measuring Business Excellence*, Vol. 12, pp. 50–66. <https://doi.org/10.1108/13683040810919962>
- Silver, E. A., & Rohleder, T. R. (1998). Some simple mathematical aids for cause-and-effect analyses. *Journal of Quality Technology*, 30(1), 85–92. <https://doi.org/10.1080/00224065.1998.11979822>
- Sobek, D. K., & Jimmerson, C. (2004). A3 reports: Tool for process improvement. *IIE Annual Conference and Exhibition 2004*, 1047–1052.
- Sobek, D. K., & Smalley, A. (2008). Understanding A3 thinking: A critical component of toyota's PDCA management system. In *Understanding A3 Thinking: A Critical Component of Toyota's PDCA Management System*. <https://doi.org/10.4324/9781439814055>
- Stevenson, W. J. (2015). *Operations Management* (12th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Suárez-Barraza, M. F., & Rodríguez-González, F. G. (2019). Cornerstone root causes through the analysis of the Ishikawa diagram, is it possible to find them?: A first research approach. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 11(2), 302–316. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-12-2017-0113>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Sunnapwar, V., & Kodali, R. (2006). Development of a knowledge-based system for justification of world-class manufacturing systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 220(10), 1751–1761. <https://doi.org/10.1243/09544054JEM582>
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016, July 4). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 27, pp. 766–799. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Vinodh, S., Selvaraj, T., Chintha, S. K., & Vimal, K. E. K. (2015). Development of value stream map for an indian automotive components manufacturing organization. *Journal of*

- Engineering, Design and Technology*, 13(3), 380–399. <https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2010-0054>
- Voss, C. A. (1995). Alternative paradigms for manufacturing strategy. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 15, pp. 5–16. <https://doi.org/10.1108/01443579510083587>
- Williams, B. A. (2001). Standard work - Lean tools and techniques. *SAE Technical Papers*. <https://doi.org/10.4271/2001-01-2598>
- Wisniewski, Z., Paszkowski, M., & Wisniewska, M. (2019). Organizational culture requirements for the achievement of world class manufacturing. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 971, 244–253. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20494-5_23
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Revised and Updated: James P. Womack, Daniel T. Jones. *Simon & Schuster*, (May). <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Yamashina, H. (2000). Challenge to world-class manufacturing. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 17(2), 132–143. <https://doi.org/10.1108/02656710010304546>
- Zhou, B. (2016). Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). *Annals of Operations Research*, 241(1–2), 457–474. <https://doi.org/10.1007/s10479-012-1177-3>

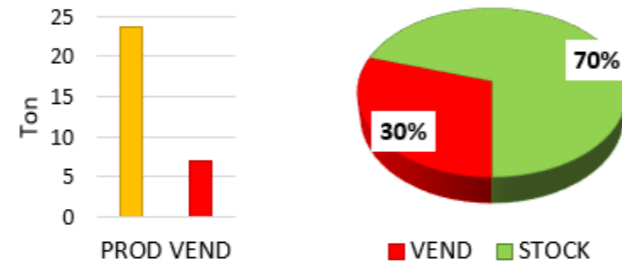
ANEXO 1 - RELATÓRIO A3

Líder	Membros da equipa	Preparado por	Data
VN	JF RJ	AR	15/05/2019

1. Histórico

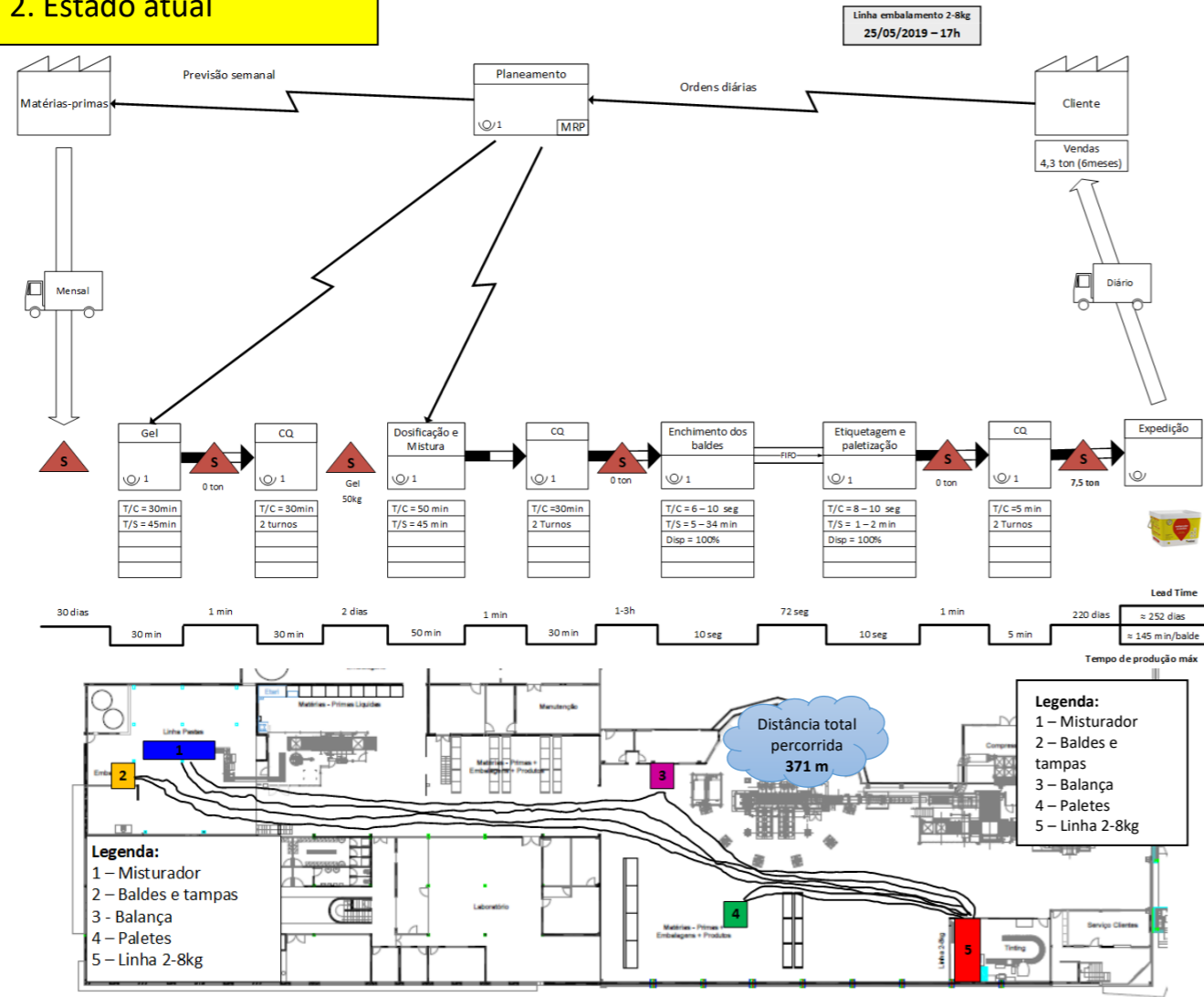
Evolution:

- Produto patenteado produzido apenas pela Weber Portugal.
- Possibilidade de ser exportado para a Europa.

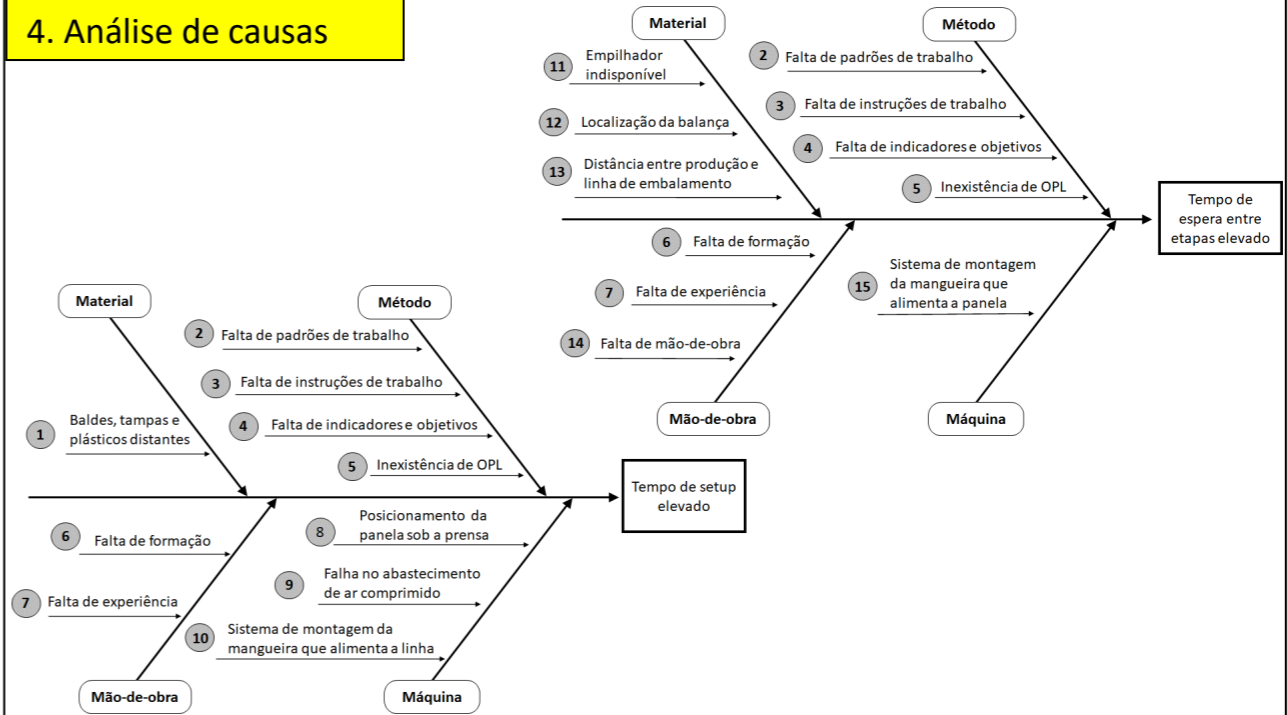


Produção, Vendas e stock: 1 de abril 2019 - 31 de janeiro 2020

2. Estado atual



4. Análise de causas



5 & 6. Contramedidas e Plano de ação

- Padronizar processo
- Mudar localização da linha

Causa	Ação	Início	Alvo	Resp.	Status
6, 7	Formar operadores	out/20	jan/21	RJ/JF	
2	Definir padrões de trabalho	out/20	jan/21	RJ/JF	
3, 5	Criar instruções de trabalho e OPL's	out/20	jan/21	RJ/JF	
4	Implementar quadro de linha	jan/21	fev/21	JF	
1, 11, 13	Propor e decidir novo layout	mai/20	out/20	LA/VN/JF	Em curso
1	Reorganizar local de armazenamento de baldes e paletes	dez/20	jan/21	JF	
1, 11, 13	Instalar linha de acordo com novo layout	nov/20	jan/21		
10	Instalar suporte metálico para encaixe da mangueira	dez/20	jan/21	Manut	
12	Adquirir balança	dez/20	jan/21	Comp	
9	Rever sistema de ar comprimido	jan/21	fev/21	Manut	
14	Ajustar horário das produções	fev/21	mar/21	JF	
13, 15	Orçamentar aquisição de misturador próprio para a panela e colocação de boquilha lateral na tolva das pastas	jun/20	dez/20	RJ	Em curso
13, 15	Calcular payback das propostas	fev/21	mar/21	VN	
13, 15	Implementar decisão		2022	VN	
8	Definir guias para encaixe da panela	jan/21	jan/21	RJ	

3. Situação Esperada & Objetivos

Reduzir em 85% o tempo de setup (Enchimento de baldes)

Reduzir em 83% o tempo entre etapas (CQ e Enchimento de baldes)

Reduzir em 84% a distância percorrida

7. Acompanhamento

Seguimento mensal pelo Diretor Industrial da Weber.

ANEXO 2 - FORMULÁRIO DE VERIFICAÇÃO DOS QUADROS

Centro Carregado
Data: 12/11/2019

Legenda

C	Conforme
NC	Não conforme
NA	Não aplicável

	Expedição	Linha Tinting	Linha 5kg	Linha de Pós	5S Linha de Pós	5S Linha 5kg	5S Tinting	Manutenção	Geral	Auditoria
Identificação do quadro e da área	C	NC	C	NC	C	C	NC	NC	NC	NC
Data e estado da última auditoria	NC	NC	C	NC	C	C	NC	NC	NC	
Controlo do desempenho em termos de segurança (geral/diário)	NC	NC	C	NC				NC	NC	
Controlo diário da qualidade	NC	NC	C	NC				NC	NC	
Mapa de reuniões e presenças	NC	NC	NC	NC				NC	NC	
Mapa de atividades e responsabilidades diárias com identificação das atividades críticas (quando aplicável)	NC	NC	C	NC						
Matriz de polivalência e respetivo calendário/plano de formação	C	NC	C	NC						
Controlo do desempenho (folha de controlo de produção, ocorrência de problemas, plano de limpeza, folha de controlo semanal 5S, auditorias realizadas dentro do prazo, etc)	NC	NC	C	NC	NC	NC	NC			NC
Seguimento das melhorias/desempenho	C	C	C	NC	NC	C	NC	NC		
Análise de causas raiz de problemas	C	C	C	NC	C	C	NC	NC		
Contra-medidas/plano de ação acordado	C	C	C	NC	C	C	NC	NC	NC	NC
Gestão de etiquetas (saúde e segurança, ambiente, 5S, inspeção)		NC	C	NC						
Atividades CIL (limpeza, inspeção e lubrificação) e folha de controlo		NC	NC	C						
Procedimentos padrão para as tarefas de manutenção								NC		
Folha de aplicação de novos padrões								NC		
Plano semanal das tarefas (manutenção)								NC		
Regras de prioridade na manutenção								NC		
Pedidos de manutenção								NC		
Estado da(s) área(s) 5S atualizado					C	C	NC			
Visão e objetivos claros da empresa									NC	
Funções e Responsabilidades do Comité de direção									NC	
Participação e relatório das reuniões									NC	
Controlo do desempenho geral (seguimento dos indicadores)									NC	
Matriz de envolvimento									NC	
Melhores práticas									NC	
Pilares e atividades de melhoria									NC	
Caixa para os cartões de auditoria										NC
Caixa para os auditores										NC
Tópicos a serem auditados										NC
Lista dos auditores										NC
Auditorias concluídas										NC
Estado das áreas auditadas atualizado										NC
Localização do quadro permite reuniões da equipa	NC	C	C	NC	C	C	C	NC	NC	NC
Organização do quadro de acordo com standards	NC	NC	C	NC	C	NC	NC	NC	NC	NC
Quadro é suficientemente visual	C	C	C	NC	C	C	C	NC	NC	NC
% Conforme	42,9%	31,3%	87,5%	6,3%	80,0%	80,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%