

**Aplicação de métodos *lean* na melhoria
do desempenho da cadeia de abastecimento**

Carolina Lima Aparício

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professora Ana Camanho



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2017-06-26

À Leonor e à Isabel

Resumo

As exigências da competitividade que atualmente se colocam às empresas obrigam a uma aposta na otimização dos recursos e dos processos produtivos. Os objetivos centram-se no incremento da capacidade produtiva, nas vertentes da flexibilidade e quantidade, sem perder de vista os requisitos de qualidade que garantem a satisfação do cliente.

A criação de valor através de processos eficientes, com redução de desperdício, constitui a base da filosofia *lean*. O conceito Kaizen resulta da aplicação de processos e ferramentas *lean*, e do envolvimento das diferentes camadas hierárquicas de uma organização, com o objetivo de implementar medidas de melhoria contínua adequadas às necessidades da empresa.

A presente dissertação descreve as etapas da melhoria contínua implementadas em duas organizações: uma do setor da cortiça e outra do setor da metalomecânica. Embora as empresas estudadas atuem em indústrias distintas, apresentam um objetivo comum: melhorar o desempenho da cadeia de abastecimento, ao nível do serviço ao cliente e redução do *lead-time*.

Relativamente ao setor da cortiça, Portugal é líder mundial, na produção de matéria-prima e no volume de negócios gerado pela indústria. A evolução registada nos produtos substitutos, como o plástico ou o alumínio, realça a necessidade do desenvolvimento de produtos e métodos de produção inovadores, ajustados às necessidades dos clientes.

Já no caso da indústria metalomecânica, esta revela-se uma área fundamental no desenvolvimento da economia mundial e nacional, dada a sua forte relação com inovações tecnológicas. A crescente exigência do mercado e o aumento das exportações portuguesas realçam a necessidade de Portugal otimizar a capacidade produtiva, bem como a flexibilidade de produção.

Pese embora as características dos dois setores sejam distintas, em ambos os casos se torna evidente a importância de implementação do *lean*, potenciando a eficiência dos processos produtivos, através da concentração dos recursos nas tarefas de valor acrescentado.

No primeiro caso, é essencial inovar para sustentar a posição líder e competitiva no mercado. O elevado número de referências foi eleito como fator crítico, tendo sido desenhado um programa focado em conjugar a otimização do portfólio com a eficiência dos processos produtivos, permitindo que a empresa se concentre no desenvolvimento de referências inovadoras e com valor acrescentado para o cliente. No segundo caso, é determinante acompanhar o desenvolvimento do mercado, através do controlo da produtividade e de melhorias ao nível da organização da produção e dos próprios processos produtivos.

Após a fase de implementação, registaram-se aumentos de produtividade em ambas as empresas. Os resultados obtidos traduziram-se em acréscimos de faturação alinhados com o crescimento dos mercados, sem necessidade de alteração dos recursos.

Numa perspetiva operacional, a autonomia das equipas do chão de fábrica, bem como a comunicação ao longo da cadeia de abastecimento aumentou, refletindo maiores níveis de motivação dos colaboradores na implementação de ferramentas de melhoria contínua. Concluindo, em resultado deste processo, os níveis de produtividade subiram, com impacto direto nos níveis de crescimento das empresas.

Implementation of lean methods to improve the performance of the supply chain

Abstract

The demands of competitiveness that companies need to overcome, force them to bet on the optimization of resources and production processes. The objectives are focused on increasing production capacity, in terms of flexibility and quantity, without losing sight of the quality requirements that guarantee customer satisfaction and specifications.

The creation of value through efficient processes, with reduction of waste, is the basis of lean philosophy. The Kaizen concept results from the application of lean processes and tools, and the involvement of different hierarchical layers of an organization, with the objective of implementing continuous improvement measures that fit to the company's needs.

This dissertation analyses the stages of continuous improvement implementation in two organizations: one from the cork sector and the other from the metalworking sector. Although the companies studied operate in different sectors, they have a common objective: to improve the performance of the supply chain, in terms of customer service and lead-time reduction.

Regarding the cork sector, Portugal is the world leader in both the production of raw materials and the turnover generated by the industry. The development of substitute products, such as plastic or aluminium, enhances the need to develop innovative products and production methods tailored to customers' needs.

In the case of the metalworking sector, it reveals a key sector in the development of the world and national economy due to its strong relationship with technological innovations. The increasing demand of the market, as well as the Portuguese exports, enhance the need of optimizing the production capacity and the flexibility of the supply chain.

Although the characteristics of the two sectors are distinct, in both cases the importance of lean implementation becomes evident, empowering the efficiency of production processes, by focusing resources on value-added activities.

In the first case, innovation is essential to sustain the leading and competitive position in the market. The high number of references was a highlight, and a reference reduction program was designed in order to combine the portfolio optimization with the efficiency of production processes, enabling the company to focus on the development of innovative and value-added references. In the second case, it is crucial to monitor the development of the market, through the control of productivity and improvements as well as in the production processes themselves.

After the implementation phase, there were registered productivity increases in both companies. The results obtained were translated into growth of billing, in line with the growth of the markets, without the need to change resources.

From an operational perspective, the autonomy of the shop floor teams as well as the communication along the supply chain increased, reflect higher levels of employee motivation in the implementation of continuous improvement tools. Concluding, because of this process, productivity levels have risen with a direct impact on corporate growth levels.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, à professora Ana Camanho pela orientação durante a realização da dissertação e pela constante disponibilidade demonstrada.

Ao Diogo Garcez pelo conhecimento transmitido durante a realização dos projetos.

À equipa do Kaizen Institute pela oportunidade e pela constante aprendizagem.

Aos trabalhadores da Amorim Revestimentos e da Empresa A pela colaboração e por permitirem a melhoria contínua do projeto.

Ao João pelo carinho, pela paciência e pela constante motivação.

E por último, à minha família, em especial à Leonor, à Isabel e aos meus pais pela confiança e apoio indispensáveis à minha formação.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	A indústria da cortiça	2
1.2	A Indústria metalomecânica.....	3
1.3	Objetivos do projeto	5
1.4	Estrutura da dissertação.....	5
2	Enquadramento Teórico.....	6
2.1	Fundamentos Kaizen	6
2.2	Ferramentas Kaizen.....	7
2.2.1	Modelo <i>Kaizen Change Management</i>	7
2.2.2	Cinco Pilares Kaizen	8
2.2.3	Modelo Growth	9
2.3	Ferramentas aplicadas no projeto	9
2.3.1	Desenho da situação inicial	9
2.3.2	Melhoria do Serviço ao Cliente.....	10
2.3.3	Redução de Referências	14
2.3.4	Conclusão	16
3	Melhoria do Serviço ao cliente	17
3.1	Amorim Revestimentos.....	17
3.1.1	Processo Produtivo	18
3.1.2	Problemas identificados.....	21
3.1.3	Ferramentas implementadas	24
3.1.4	Conclusão	32
3.2	Empresa A.....	32
3.2.1	Processo Produtivo	32
3.2.2	Problemas identificados.....	35
3.2.3	Ferramentas implementadas	38
3.2.4	Conclusão	44
3.3	Análise comparativa.....	44
4	Programa de Redução de Referências.....	47
5	Conclusões e perspetivas de trabalho futuro	53
	Referências.....	55
	Anexo A: Mapeamento das referências Amorim Revestimentos.....	57
	Anexo B: Nova fórmula de cálculo do OEE	58
	Anexo C: Diferenças entre cadências objetivo e teórica na linha de Corte Final 5	60
	Anexo D: SMED – Etapas 1 e 2.....	61
	Anexo E: Normalização do processo de <i>setup</i>	62
	Anexo F: Quadro de Kaizen Diário da linha Corte Final 5.....	64
	Anexo G: Norma Gemba Walk com Kamishibai.....	65
	Anexo H: Empresa A – Dados OEE com novo método de cálculo	67
	Anexo I: Normalização das tarefas do <i>setup</i>	69
	Anexo J: Carros construídos durante o SMED	71
	Anexo L: Documentos para implementação das auditorias Kamishibai.....	72

Siglas

AFIA – Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel

AIMMAP – Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal

AMP – Armazém de Matérias-Primas

APA – Armazém de Produtos Acabados

APCOR – Associação Portuguesa da Cortiça

AR – Amorim Revestimentos

AVA – Área de Valor Acrescentado

EPEI – *Every Part Every Interval*

FIFO – *First In, First Out*

GQCDM – *Growth, Quality, Cost, Delivery and Motivation*

IDM – *Innovation & Development Management*

JIT – *Just-in-time*

KBS – *Kaizen Business System*

KCM – *Kaizen Change Management*

KI – Kaizen Institute

OEE – *Overall Equipment Efficiency*

MP – Matéria-Prima

MTO – *Make to Order*

MTS – *Make to Stock*

PA – Produtos Acabados

PI – Produtos Intermédios

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

PME – Pequena ou Média Empresa

pp – pontos percentuais

RCA – *Root Cause Analysis*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TFM – *Total Flow Management*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TQM – *Total Quality Management*

TSM – *Total Service Management*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work In Progress*

Índice de Figuras

Figura 1: Organograma Corticeira Amorim, adaptado de Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A., (2016).....	3
Figura 2: Volume de negócios - Contributos dos mercados externo e interno (em pontos percentuais) para a taxa de crescimento anual (em percentagem)	4
Figura 3: Kaizen Business System	7
Figura 4: Modelo TFM.....	11
Figura 5: Ciclo de reabastecimento Kanban.....	12
Figura 6: Modelo push-flow.....	13
Figura 7: Modelo pull-flow	14
Figura 8: Estratégias de uma empresa em crescimento.....	15
Figura 9: Metodologia de integração das ferramentas	17
Figura 10: Processo produtivo da Amorim Revestimentos	18
Figura 11: Mapeamento das referências mais representativas da Amorim Revestimentos	20
Figura 12: Diagrama de Ishikawa para análise do elevado lead-time da Amorim Revestimentos	21
Figura 13: Dados OEE das linhas produtivas da Amorim Revestimentos.....	23
Figura 14: Esquematização do funcionamento do algoritmo	26
Figura 15: Dashboard para a análise dos consumos	28
Figura 16: Diagrama de Ishikawa para análise do problema de afinação de fresas	29
Figura 17: Quantidade (esquerda) e duração média (direita) dos setups na linha Corte Final 5.....	30
Figura 18: Evolução dos setups na linha Corte Final 5.....	31
Figura 19: Mapeamento do estado atual do fluxo de material na Empresa A.....	34
Figura 20: Diagrama de Ishikawa para análise do elevado lead-time da Empresa A	35
Figura 21: Dados do OEE das prensas e equipamentos de soldadura.....	36
Figura 22: Dados novo OEE das prensas e equipamentos de soldadura.....	37
Figura 23: Sequenciamento da produção	39
Figura 24: Caixa de nivelamento da produção.....	39
Figura 25: Quantidade (esquerda) e duração média (direita) dos setups na Empresa A	42
Figura 26: Evolução dos setups na Empresa A	43
Figura 27: Pareto por volume de vendas das referências ativas.....	48
Figura 28: Mapeamento das etapas desde pedido de cliente até produção	49
Figura 29: Mapeamento das referências menos representativas da Amorim Revestimentos.....	57
Figura 30: Análise do estado inicial do setup da linha Corte Final 5.....	61
Figura 31: Quadro descritivo das etapas do setup.....	62
Figura 32: Cartão com tarefas dos diferentes operadores no setup.....	63
Figura 33: Quadro Kaizen Diário da linha Corte Final 5.....	64
Figura 34: Norma Gemba Walk.....	65
Figura 35: Cartões Kamishibai.....	66
Figura 36: Ficha para normalização dos tempos de setup.....	69

Figura 37: Plano de mudança de ferramenta	70
Figura 38: Carro de SMED	71
Figura 39: Documentos para registo – Auditoria Kamishibai.....	72

Índice de Tabelas

Tabela 1: Simbologia VSM utilizada	10
Tabela 2: Processo de melhoria do standard work	11
Tabela 3: Lead-time das principais referências.....	19
Tabela 4: Alterações no cálculo do OEE na linha de Corte Final 5	23
Tabela 5: Duração dos setups nas diferentes áreas produtivas.....	24
Tabela 6: Lead-time das operações por fluxo	33
Tabela 7: Quantidade e duração média dos setups por grupo de equipamentos	37
Tabela 8: Valores revistos do lead-time das operações por fluxo	39
Tabela 9: Distribuição do tempo de setup em categorias para cada operador.....	41
Tabela 10: Evolução dos resultados das auditorias	43
Tabela 11: Características das referências atuais das famílias mais representativas.....	47
Tabela 12: Volume de vendas	50
Tabela 13: Critério de decisão.....	51
Tabela 14: Cadências objetivo e teórica da linha Corte Final 5	60
Tabela 15: Média dos dados da eficiência dos equipamentos com novo método de cálculo.....	67

1 Introdução

O objetivo da metodologia *lean* é a redução dos custos operacionais através da extinção de atividades que não acrescentam valor, pela implementação de uma filosofia de gestão focada na eliminação do desperdício ao longo da cadeia de abastecimento (Rahani & Al-Ashraf, 2012).

Na era da competitividade, realça-se a importância da implementação de processos operacionais e administrativos eficientes, suscetíveis de melhorar o nível de serviço, os tempos de entrega, a qualidade dos produtos ou serviços e, em simultâneo, contribuir para a otimização dos recursos. As empresas procuram métodos para satisfazer as necessidades do cliente, reduzindo os custos inerentes a todo o processo produtivo. Em vários casos, a redução dos custos é associada a uma redução da qualidade dos materiais utilizados ou a uma sobrecarga dos colaboradores. No entanto, o aumento da eficiência de uma empresa não tem que ser necessariamente associado a estes fatores. Atualmente, o crescimento sustentado é um fator preponderante para o sucesso de uma organização no mercado. A filosofia *lean* coloca à disposição das empresas um conjunto de ferramentas, permitindo uma reação rápida a mudanças do mercado, aumentando a produtividade e excelência operacional em quatro áreas: qualidade, custo, entrega e flexibilidade. Espera-se que, através da aplicação de ferramentas *lean*, seja possível melhorar simultaneamente as quatro dimensões, ou pelo menos algumas delas, sem que isso implique a deterioração de nenhuma das restantes.

O *Kaizen Institute Consulting Group* (KI) é uma empresa especializada na divulgação e implementação do conceito *lean*. Fundada por Masaaki Imai em 1985, a missão do KI é “ajudar os líderes a alcançar os seus sonhos de mudança, desempenho e implementação de culturas de melhoria contínua” (Imai, 2012). O KI trabalha com empresas de diferentes setores numa perspetiva de aumentar a rentabilidade dos seus clientes através do aumento das vendas e racionalização de investimentos, sempre acompanhado do aumento da produtividade. A cultura de melhoria contínua que o KI implementa centra-se numa colaboração direta com os seus clientes de forma a identificar os problemas, enquanto forma os colaboradores, conferindo-lhes competências para a sua resolução (Imai, 2012).

O principal foco desta empresa de consultoria é o apoio aos líderes na formulação e implementação de processos que garantam um elevado nível do desempenho operacional.

Kaizen significa “mudar para melhor” e a abordagem Kaizen para a melhoria contínua relaciona-se com a melhoria todos os dias, em todas as áreas, envolvendo todas as pessoas (Imai, 2012). Esta metodologia centra-se no aumento da produtividade pela eliminação de atividades que não acrescentam valor ao cliente. As técnicas *lean* fornecem às empresas ferramentas para reduzir o desvio entre a situação real e os objetivos definidos.

Esta dissertação resulta de uma parceria entre o KI e duas unidades industriais, uma do setor da cortiça e outra do setor da metalomecânica. A metodologia *lean* aplicada em ambas as empresas visa otimizar a eficiência dos processos, de forma a melhorar os tempos de entrega ao cliente. O intuito do projeto é a análise e melhoria do desempenho das cadeias de abastecimento, comparando os desafios da implementação do *lean* em dois contextos empresariais distintos.

1.1 A indústria da cortiça

A cortiça é um produto que posiciona Portugal em primeiro lugar à escala mundial, tanto a nível de produção de matéria-prima como de volume de negócio gerado pela indústria da cortiça. Segundo a Associação Portuguesa de Cortiça (APCOR), 34% da área mundial de montados de sobro situa-se em Portugal, o que representa 23% das florestas nacionais, com forte incidência no Alentejo, onde 84% da área plantada corresponde a sobreiros.

De acordo com um estudo do Banco de Portugal elaborado em 2016 (Banco de Portugal, 2016a) subordinado ao tema “Análise das empresas dos setores da madeira, da cortiça e do papel”, o setor da cortiça em Portugal é constituído na sua maioria por microempresas, que representam 80% do setor. Apenas 0,6% do número total de empresas com atividade registada neste setor são de grande dimensão. Segundo a APCOR, 49% da produção mundial de cortiça é portuguesa, operando no setor 670 empresas nacionais.

Nos anos 2008 e 2009, o setor deparou-se com fortes dificuldades associadas ao aparecimento de produtos substitutos como o plástico e o alumínio que, pelo seu custo inferior, diminuíram a procura de produtos de cortiça. No entanto, a aposta na inovação e desenvolvimento permitiu que as ameaças não comprometessem o desempenho do setor. A diversidade de produtos atualmente disponível, aliada ao facto comprovado de que a cortiça é o vedante com menor impacto ambiental, sustentou a recuperação das empresas do setor.

Um indicador importante é o elevado volume de exportações que, segundo a APCOR, representa 70% do volume de negócios. A quota de exportações portuguesas no setor da cortiça equivale a 63% da produção do setor, sendo a Europa o principal destino.

O presente projeto desenvolveu-se na Amorim Revestimentos, unidade de negócio (UN) da Corticeira Amorim, uma das empresas do Grupo Amorim.

O Grupo Amorim é uma das maiores, mais empreendedoras e dinâmicas multinacionais portuguesas. Teve origem no setor da cortiça, em 1870, sendo hoje líder destacado no setor (Corticeira Amorim, 2017). Impulsionado pelo lema “nem um só mercado, nem um só cliente, nem uma só divisa, nem um só produto” (Corticeira Amorim, 2017), o Grupo Amorim diferenciou a sua posição em diferentes setores, desde a cortiça, à vinicultura e ao turismo, numa lógica de criatividade, responsabilidade e inovação.

O Grupo Amorim atualmente divide-se em duas empresas com ramos de negócio distintos: a Amorim & Irmãos, que se dedica à produção de rolhas de cortiça natural e a Corticeira Amorim, direcionada para a industrialização de produtos aglomerados de cortiça.

A Corticeira Amorim tem fortalecido o seu posicionamento mundial como empresa de produtos de cortiça, através de uma estratégia que valoriza o investimento em investigação, *design* e inovação, sempre com a cortiça como matéria-prima, um produto 100% natural com benefícios ambientais comprovados. Além da produção de rolhas, que constituem o produto mais comercializado pelo grupo, as outras unidades de negócio direcionam o vasto portfólio da empresa para indústrias diversificadas como a construção, a indústria automóvel e a aeronáutica.

De acordo com a orientação estratégica da empresa, focada no desenvolvimento e sustentabilidade, bem como nas inovadoras tendências do mercado, a estrutura da Corticeira Amorim divide-se em unidades de negócio, como mostra a Figura 1.

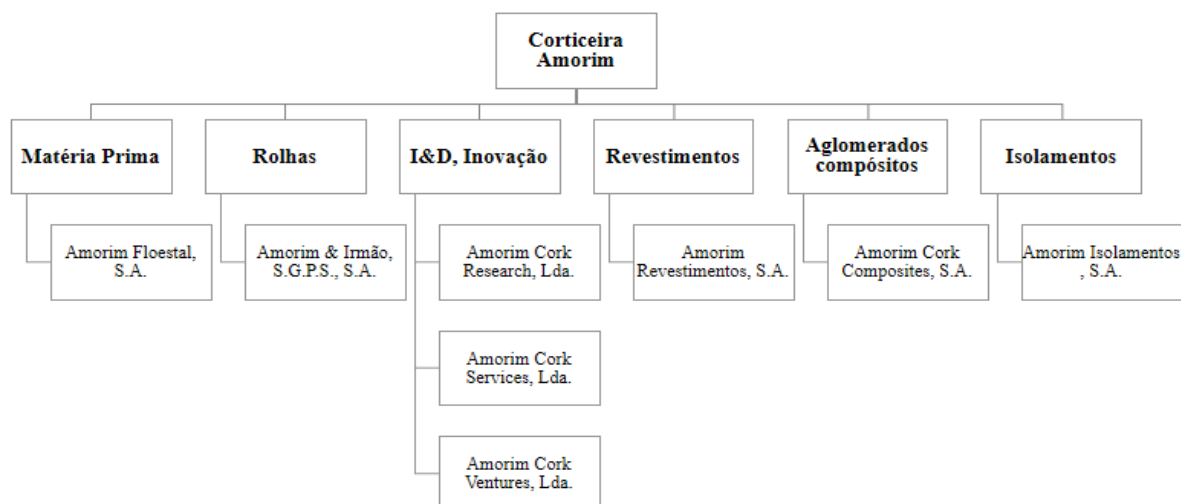


Figura 1: Organograma Corticeira Amorim, adaptado de Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A., (2016)

De acordo com a Figura 1, são seis as UN que constituem a Corticeira Amorim. O presente projeto desenvolveu-se na Amorim Revestimentos, a UN dedicada à produção e distribuição de revestimentos e pavimentos de cortiça. De acordo com o Relatório e Contas publicado pela empresa (Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A., 2016), em 2016 as vendas desta UN regressaram ao crescimento, tendo registado uma evolução de 6,6% face a 2015. As vendas atingiram os 117 milhões de euros, e foram sustentadas por alterações de portfólio dinamizadas ainda em 2015. O lançamento de produtos inovadores, que revolucionaram o conceito tradicional de revestimentos de cortiça, através da incorporação de tecnologia que confere aos produtos capacidade de isolamento, de retenção do calor e resistência à água, asseguraram à empresa um crescimento sustentado das vendas. Esta transformação do portfólio teve impacto nos processos, não só pela redução dos custos, mas também pela redução do consumo energético nas fábricas, assegurando uma redução do impacto ambiental.

A crescente competitividade, não só no mercado da cortiça, mas também no dos produtos substitutos, reflete a necessidade da empresa apostar em atividades de valor acrescentado, reduzindo custos e aumentando a produtividade. A aplicação de metodologias *lean* pretende melhorar o serviço que a Amorim Revestimentos proporciona ao cliente, pela redução dos prazos de entrega através da redução do tempo de produção. Este fator, associado a uma otimização do portfólio, tem em vista melhorar o posicionamento da Amorim Revestimentos no mercado e reduzir as atividades pelas quais o cliente não está disposto a pagar.

1.2 A Indústria metalomecânica

O setor da metalomecânica ocupa uma posição central no desenvolvimento das economias modernas, dada a sua forte ligação com as novas tecnologias. Segundo a Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal (AIMMAP, 2016), Portugal valida esta tendência, sendo a metalomecânica um pilar fundamental para o crescimento económico e industrial a nível nacional. A base para este crescimento é o valor acrescentado dos produtos, a relação preço/qualidade e o cumprimento do prazo de entrega das encomendas. O destaque internacional da indústria metalomecânica portuguesa relaciona-se não só com as características supramencionadas dos produtos, mas também com a flexibilidade de produção. Enquanto a atividade chave da concorrência é a fabricação de grandes séries, a flexibilidade das empresas portuguesas permite responder a pedidos de menor dimensão num curto espaço de tempo.

Segundo um estudo do Banco de Portugal elaborado em 2016 subordinado ao tema “Análise setorial da indústria metalomecânica 2011-2016” (Banco de Portugal, 2016b), em 2015 a

indústria metalomecânica compreendia 2% das empresas em Portugal, representando 7% do volume de negócios. Com base no mesmo estudo, concluiu-se que a maior componente da rentabilidade se devia aos equipamentos de transporte. No ano 2015, 62% do volume de negócios do setor estava ligado às exportações. A Figura 2 apresenta o contributo dos mercados interno e externo para o crescimento do volume de negócios.

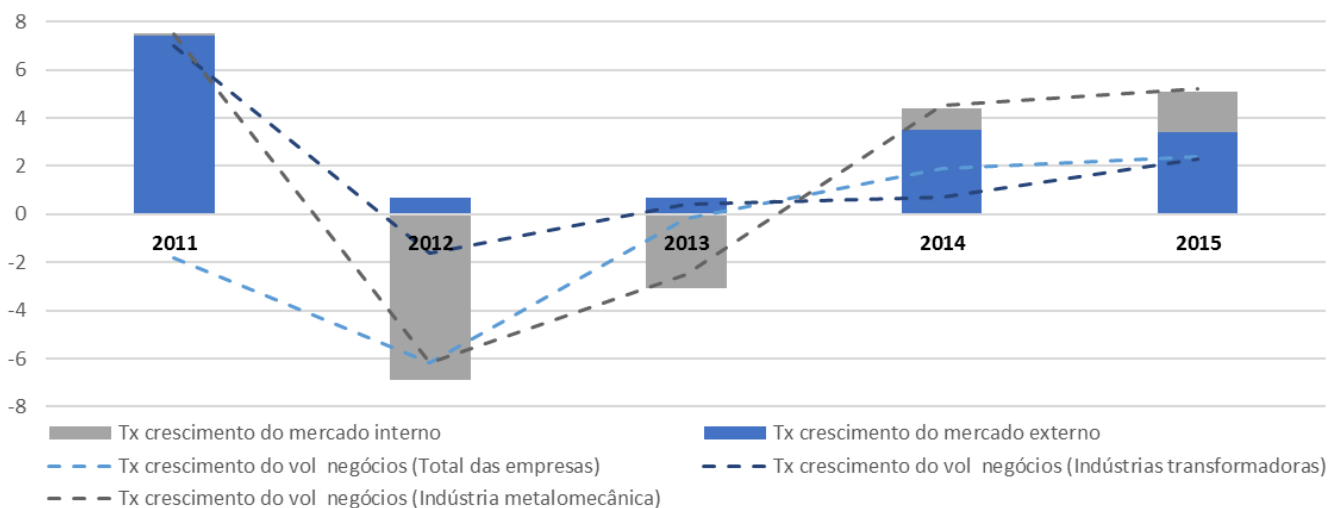


Figura 2: Volume de negócios - Contributos dos mercados externo e interno (em pontos percentuais) para a taxa de crescimento anual (em percentagem)

De acordo com a Figura 2, os mercados interno e externo contribuíram para a evolução do volume de negócios do setor em 2 pontos percentuais (p.p.) e 3 p.p., respetivamente. Em 2014 e 2015, a taxa de crescimento do volume de negócios para o total das empresas foi positiva, demonstrando a recuperação económica face aos anos anteriores. Salienta-se a recuperação da indústria metalomecânica que, entre 2012 e 2014, recuperou 10 p.p. Já a análise do mercado externo revela uma contribuição positiva durante todo o período, destacando-se os anos 2014 e 2015, onde o seu contributo foi mais significativo.

Uma das atividades da indústria metalomecânica é a produção de componentes metálicos para a indústria automóvel, sendo esse o foco do projeto desenvolvido. A indústria automóvel em Portugal tem um impacto forte na economia do país. De acordo com a Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel (AFIA), o setor mais representativo é o fabrico de componentes que, em 2016, exportou cerca de 85% da produção. Os principais destinos do mercado de exportações são Espanha, Alemanha e França, o que demonstra o impacto do mercado europeu no setor.

Desde a introdução do *Toyota Production System*, a competitividade na indústria automóvel aumentou, e o foco das empresas centrou-se na resposta às necessidades dos clientes, reduzindo atividades sem valor acrescentado. Nos dias de hoje, qualidade elevada e baixo custo não são características suficientes para uma empresa manter a sua posição no mercado, devendo também ser pioneiras na obtenção e disponibilização de produtos e serviços inovadores e adequados às necessidades do cliente. Para competir neste novo contexto, o ciclo desde a receção até à entrega do pedido ao cliente deve ser otimizado.

O presente projeto desenvolveu-se numa empresa que opera no setor da metalomecânica, direcionada para a produção de componentes para a indústria automóvel. Esta empresa não pode ser identificada nesta dissertação, pelo que será designada como “Empresa A”.

A Empresa A, fundada em 1982, pertence a um grupo composto por três empresas que atuam na indústria metalomecânica, fornecendo importantes empresas do setor automóvel. Inicialmente focada na produção de estruturas metálicas para a construção, rapidamente se expandiu para outras áreas, sendo a produção de componentes e acessórios para a indústria

automóvel uma das principais áreas. A Empresa A é, assim, especializada em corte e estampagem de chapa, soldadura e montagem de componentes.

O foco da empresa é a satisfação do cliente através da entrega de produtos dentro do prazo, com qualidade, e com custos reduzidos de produção. Hoje em dia, a Empresa A apresenta um volume de negócios anual de aproximadamente 20 milhões de euros, e tem cerca de 200 colaboradores. Nesta empresa, é também colocado o enfoque na criação de ciclos de melhoria, pelo que o objetivo do projeto apresentado nesta dissertação é aumentar a eficiência dos processos produtivos, melhorando os prazos de entrega ao cliente.

1.3 Objetivos do projeto

O projeto desenvolvido divide-se em duas áreas distintas, relativas a metodologias Kaizen. Numa primeira área, a implementação do *lean* visa o aumento da eficiência dos processos, melhorando o serviço ao cliente (*Delivery*) através do aumento da capacidade produtiva dos equipamentos e da criação de fluxo de materiais, desde matéria-prima até produto acabado. Esta primeira etapa aplicou-se nas duas empresas em estudo e constitui a base de análise deste projeto. A melhoria do prazo de entrega ao cliente, e consequente redução do *lead-time*, requer a implementação de ferramentas específicas, adaptadas à realidade das empresas. A análise de dois casos de estudo permite comparar o contexto de aplicação e as ferramentas utilizadas para atingir este objetivo comum. A segunda área consiste na implementação de um Programa de Redução de Referências na Amorim Revestimentos. O foco na eficiência dos processos mantém-se, uma vez que a otimização do portfólio de acordo com as necessidades do cliente tem impacto na produção, pela redução da complexidade produtiva. A implementação deste programa promove a sustentabilidade da empresa, permitindo o alinhamento da estratégia comercial e da estratégia do produto, assegurando uma atitude proativa no mercado.

Em suma, o projeto analisa dois casos de estudo com um objetivo comum: a melhoria dos prazos de entrega ao cliente, através de um aumento da eficiência dos processos produtivos. Partindo do tema de redução do *lead-time* da produção e do tempo de espera do cliente, pretende-se analisar o processo de implementação das ferramentas *lean* em duas empresas industriais com características distintas, aferindo semelhanças inerentes ao processo e também fatores diferenciadores associados a características das empresas e dos mercados onde atuam.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos.

No segundo capítulo, é feito um enquadramento teórico que descreve a filosofia *lean*, realçando as ferramentas utilizadas no projeto, para a melhoria da eficiência dos processos produtivos. Neste capítulo apresenta-se também a componente teórica do modelo de redução de referências implementado, visando a otimização do portfólio.

O terceiro capítulo compara o desempenho das duas empresas ao nível da entrega ao cliente. O âmbito deste capítulo é apresentar as organizações e comparar a evolução de cada uma ao longo do projeto. Este capítulo compara também as ferramentas necessárias para implementar a metodologia *lean* em empresas de diferente dimensão e com diferentes posicionamentos no mercado.

O quarto capítulo apresenta o Programa de Redução de Referências desenhado para a Amorim Revestimentos. Discutem-se os fatores críticos que devem ser considerados na seleção das referências a manter, bem como os resultados propostos com este subprojeto.

O quinto capítulo apresenta a conclusão da dissertação, realçando os seus contributos, as principais dificuldades associadas à execução dos projetos e as perspetivas de trabalho futuro.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo apresenta-se a literatura relativa à resolução de problemas adotada no projeto. Está dividido em três fases: (1) a apresentação dos princípios de um sistema de gestão Kaizen; (2) a descrição geral das ferramentas Kaizen, incluindo os seus alicerces e aplicabilidade em projetos de melhoria contínua; (3) a descrição pormenorizada das ferramentas utilizadas na dissertação, visando melhorar o processo produtivo e selecionar as referências que devem ser mantidas no portfólio da empresa.

2.1 Fundamentos Kaizen

A metodologia Kaizen assenta em cinco princípios:

1. Criação de valor para o cliente

O cliente só está disposto a pagar por algo que lhe acrescente valor, a criação desse valor requer a identificação dos interesses dos clientes e da orientação estratégica da empresa. O objetivo é concentrar os recursos em atividades que agreguem valor para o cliente.

2. Eliminação do MUDA (palavra japonesa para desperdício)

Desperdício é o conjunto de atividades que não acrescentam valor para o cliente e pelas quais ele não está disposto a pagar. A eliminação de MUDA é uma abordagem de baixo custo que contribui para o aumento da produtividade das empresas. Existem sete categorias de desperdício: Espera de Pessoas, Espera de Material e Informação, Movimento de Pessoas, Movimento de Material e Informação, Excesso de Produção, Excesso de Processamento e Erros que provocam rejeições e retrabalho.

3. Gestão Visual

Considerando os cinco sentidos humanos, a visão é a maior responsável pela retenção de informação. A gestão visual é uma forma eficaz de transmitir informações claras e objetivas aos trabalhadores e gestores relativamente ao estado atual das operações e compará-las com os objetivos estabelecidos.

4. Ir para o Gemba

Gemba é uma palavra japonesa que significa o lugar real onde se acrescenta valor. A abordagem Kaizen consiste em visitar o Gemba visto ser o melhor lugar para identificar o desperdício e para envolver os trabalhadores no processo de mudança.

5. Envolvimento das pessoas

A metodologia de melhoria contínua depende do desempenho de pessoas. Assim sendo, a motivação dos funcionários é fundamental para alcançar os resultados esperados. Segundo Imai (2012), um dos fundamentos da filosofia Kaizen é “não culpar ou julgar” quando ocorre um erro, uma vez que o culpado não é a pessoa, mas o processo que não é suficientemente robusto.

Para além destes cinco princípios, a implementação de soluções de melhoria contínua centra-se na mudança da cultura corporativa. Uma das maiores dificuldades que se coloca à alteração de comportamentos é a resistência das pessoas à mudança. Paradigma é a forma padrão de executar uma determinada tarefa (Imai, 2012). A filosofia Kaizen pretende eliminar paradigmas nas organizações com a introdução de diferentes abordagens focadas na melhoria contínua.

As organizações estabelecem rotinas e trabalhos normalizados que levam a procedimentos automatizados. A implementação do *lean* requer a revisão e alteração de alguns dos procedimentos, implementando novos modelos de trabalho e praticando-os até serem considerados um hábito, de forma a otimizar o desempenho dos operadores.

A sistematização desta abordagem contribui para o desenvolvimento de uma empresa mais autónoma e metódica, capaz de criar o ambiente ideal para a melhoria dos processos, sempre que se desenvolve uma melhor maneira de desempenhar uma tarefa.

2.2 Ferramentas Kaizen

O foco do KI é a oferta de valor a longo prazo através da eliminação de desperdício em organizações de diferentes setores, sempre alinhado com as atividades que acrescentam valor para o cliente. O objetivo de um sistema de melhoria contínua é o crescimento da empresa (*Growth*), através dos seguintes parâmetros: aumento da qualidade do serviço prestado (*Quality*); redução do custo dos recursos e do processo (*Cost*); e melhoria da produtividade e redução dos prazos de entrega (*Delivery*). A base da utilização de todas as ferramentas reside num programa de mudança cultural pela crescente motivação das pessoas (*Motivation*). A Figura 3 ilustra o *Kaizen Business System* (KBS) e a distribuição das ferramentas de melhoria contínua na formulação e implementação de soluções.

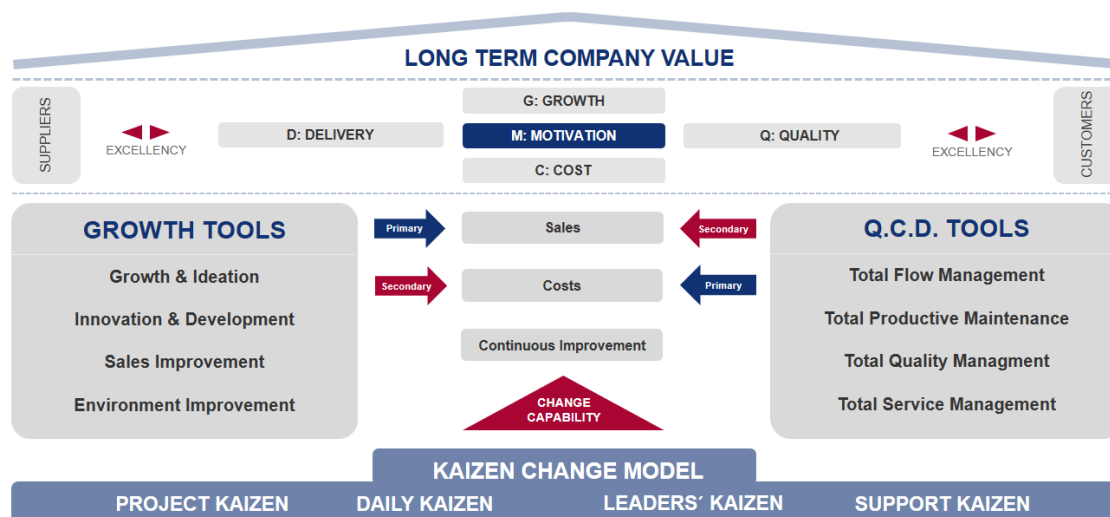


Figura 3: *Kaizen Business System*

De acordo com a Figura 3, o sistema de melhoria contínua é composto por três pilares que, em conjunto, melhoram o desempenho das empresas: *Kaizen Change Model* (Modelo KCM), ferramentas de Qualidade, Custo e Entrega (Modelo QCD) e ferramentas de *Growth*. Estes modelos – Modelo QCD e *Growth* – proporcionam diferentes ferramentas que devem ser adaptadas aos objetivos definidos.

2.2.1 Modelo *Kaizen Change Management*

A base de um sistema de melhoria contínua é a gestão da mudança, pelo que antes de se iniciar qualquer processo de otimização é essencial garantir o alinhamento das pessoas nos

objetivos de melhoria estabelecidos para os diferentes processos. O *Kaizen Change Model* (KCM) é o modelo que se foca na implementação de uma cultura de melhoria contínua e desenvolvimento da capacidade de mudança nas organizações. O KCM reúne quatro níveis de transformação: Kaizen Diário (KD), Kaizen Líderes, Kaizen Projeto e Kaizen Suporte.

- Kaizen Diário centra-se nas equipas naturais e nos líderes que as desenvolvem, de forma a que estas sejam autónomas e capazes de melhorar os seus processos e áreas de trabalho;
- Kaizen Líderes fornece ferramentas técnicas e comportamentais nos diferentes pilares do processo de melhoria contínua. O objetivo é apoiar os líderes no processo de mudança;
- Kaizen Projeto é desenvolvido por equipas multidisciplinares e foca-se em melhorias disruptivas, sustentadas pelo KD;
- Kaizen Suporte fornece apoio transversal no processo de transformação alinhando os objetivos globais e operacionais da empresa.

Este modelo é essencial para alterar a cultura da empresa, eliminando os paradigmas existentes e envolvendo diferentes setores no processo de melhoria. O objetivo do KCM é motivar os quadros da empresa, eliminando a resistência à mudança.

2.2.2 Cinco Pilares Kaizen

Os cinco pilares Kaizen recorrem a ferramentas QCD (Qualidade, Custo e Entrega). Estes pilares propõem ferramentas para aumentar a qualidade do serviço, reduzir os custos e melhorar a entrega através da redução do *lead-time* dos produtos. O desenho e a implementação de soluções são a base deste modelo.

A melhoria da eficiência dos processos é orientada por:

- *Total Flow Management* (TFM): utilizado para gerir e otimizar o fluxo de material e informação na cadeia de valor. O TFM é composto por cinco conceitos:
 - Estabilidade Básica: redução da variabilidade dos equipamentos;
 - Fluxo de produção: otimização do fluxo produtivo ao nível de *layouts*, linhas de produção, bordos de linha e normalização das tarefas;
 - Fluxo de logística interna: otimização do fluxo do material interno à empresa;
 - Fluxo de logística externa: otimização do fluxo do material externo à empresa;
 - *Value Stream Design*: desenho do fluxo de material e informação da empresa.
- *Total Productive Maintenance* (TPM): visa aumentar a eficiência dos equipamentos e respetiva manutenção. Esta metodologia foca-se na redução de defeitos, erros, desperdício, paragens de máquina;
- *Total Quality Management* (TQM): procura envolver toda a organização para melhoria da qualidade dos processos, de forma a eliminar desperdício e retrabalho;
- *Total Service Management* (TSM): permite implementar as ferramentas Kaizen a empresas de serviços, diversificando assim as áreas de atuação do KI;
- *Innovation and Development Management* (IDM): criou-se de forma a melhorar a gestão dos processos nas áreas de desenvolvimento e inovação.

O objeto desta dissertação é a implementação do TFM nas duas empresas onde o projeto foi desenvolvido.

2.2.3 Modelo Growth

O Modelo *Growth* relaciona-se com os cinco pilares Kaizen, na medida em que a cultura de melhoria contínua associada à robustez dos processos permite um crescimento sustentado da empresa e fortalece a sua posição competitiva no mercado.

Este modelo é composto por quatro pilares:

- *Growth & Ideation*: focado na definição de um plano de crescimento para a empresa, através da geração de ideias disruptivas;
- *Innovation & Development*: centrado na melhoria do desenvolvimento do produto/serviço;
- *Sales Improvement*: criado com o intuito de atingir a excelência no *marketing* e a eficiência comercial;
- *Environment Improvement*: para melhoria da performance ambiental da empresa.

O âmbito do Programa de Redução de Referências desenvolvido reúne ferramentas dos quatro pilares, conforme descrito na secção 2.3.3.

2.3 Ferramentas aplicadas no projeto

A implementação do *Lean Manufacturing* requer a análise de diferentes parâmetros: motivos para a implementação; principais objetivos que se pretende atingir; desperdícios verificados; indicadores utilizados para medir a evolução; métodos e técnicas planeadas e ferramentas utilizadas ao longo do projeto desenvolvido (Antosz, 2017).

Antes da implementação, é necessário mapear o fluxo de material e informação no interior da cadeia de valor – *Value Stream Mapping* –, um processo de identificação de perdas de produtividade e oportunidades de melhoria.

Após a identificação do problema, através de uma análise das causas raiz e definição dos objetivos a atingir, segue-se a aplicação de técnicas e ferramentas que permitam otimizar os processos: SMED (*Single Minute Exchange of Die*), Planeamento *pull*, Programa de Redução de Referências. O grande foco deste projeto é a redução do *lead-time*, o tempo total que o cliente espera desde que efetua a encomenda até que está pronta para entrega. A alteração do *lead-time* implica alterações no fluxo da produção, através do controlo do material em espera entre operações, o que acelera o fluxo do processo.

2.3.1 Desenho da situação inicial

Mapeamento da cadeia de valor (*Value Stream Mapping*)

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta que analisa o fluxo das operações na cadeia de valor, através do mapeamento do fluxo de material e informação necessária para coordenar a interação dos vários intervenientes: produtores e fornecedores, de forma a entregar os produtos aos clientes.

Rahani e Al-Ashraf (2012) aconselham aplicar o VSM em três etapas distintas: (1) elaborar um diagrama que mostre os fluxos de materiais e informação, de forma a perceber como os processos atuais funcionam (mapeamento do estado atual); (2) com a ajuda do diagrama criado, identificar as causas raiz do desperdício identificado na cadeia de valor e estudar melhorias processuais para eliminar o mesmo (mapeamento do estado futuro); (3) executar as melhorias com o apoio de eventos de melhoria contínua.

O VSM recorre a elementos gráficos para representar o inventário, os tempos de produção, o *lead-time*, os tempos de espera e o fluxo do processo, permitindo identificar o gargalo da linha

produtiva. Nesta dissertação, utilizam-se apenas alguns dos símbolos disponibilizados por esta metodologia, conforme representado na Tabela 1.

Tabela 1: Simbologia VSM utilizada

Símbolo	Legenda
	Inventário
	Fluxo de transporte
	Operações de valor acrescentado no processo

De acordo com a Tabela 1, o triângulo invertido amarelo representa inventário, as setas cor de laranja representam fluxo de transporte e os círculos verdes representam as operações de valor acrescentado no processo. Para Teichgräber e Bucourt (2012), a grande vantagem do VSM reside na sua elaboração. A disponibilidade da informação, aliada ao processo de mapeamento em que equipas multidisciplinares trabalham em conjunto, elimina paradigmas e facilita a tomada de decisão, motivando também a organização durante o processo de implementação.

Root Cause Analysis (RCA)

Segundo Chera et al., a *Root Cause Analysis* (RCA) é um método de resolução de problemas que identifica as causas reais de problemas, de modo a que os mesmos sejam resolvidos na sua origem (Chera et al, 2012). Uma técnica aplicada na identificação de causas raiz de problemas é o diagrama de *Ishikawa*, ou diagrama de espinha de peixe. Esta técnica é utilizada para representar os problemas ao longo de um processo produtivo, funcionando como um diagrama causal. Em vez de culpar e julgar pessoas, a RCA procura fraquezas nos recursos, equipamentos, formação, comunicação e prioridades corporativas. Em ambas as empresas, a elaboração deste diagrama implicou o envolvimento de uma equipa multidisciplinar, paralelamente à criação do VSM.

2.3.2 Melhoria do Serviço ao Cliente

A criação de um fluxo orientado ao cliente tanto nas operações como na cadeia de abastecimento é designada, na metodologia Kaizen, por *Total Flow Management* (TFM), conforme descrito na secção 2.2.2., pelo que a partir desta etapa as ferramentas utilizadas para melhorar a eficiência dos processos, reduzindo o respetivo *lead-time*, estarão inseridas no âmbito do TFM.

A criação de fluxo traduz a movimentação de material e informação ao longo da cadeia de abastecimento. Este movimento deve ser orientado pelo cliente, tanto pelos pedidos como pelo consumo real (Coimbra, 2013). Nesta perspetiva, o foco é a criação de fluxo na produção, na logística interna e também na logística externa, garantindo sempre a estabilidade básica dos processos e a orientação para a cadeia de valor, como demonstra a Figura 4.

A Figura 4 descreve as diferentes ferramentas que constituem o TFM. A implementação das diversas técnicas depende dos objetivos identificados no VSM. Dado que o foco deste projeto é a melhoria da eficiência dos processos, o objetivo inicial é aumentar a eficiência e a produtividade das linhas produtivas, para que depois seja possível a criação de fluxo entre a produção e a logística, ajustando o tempo de ciclo da linha à cadência dos pedidos do cliente – *takt time*. Segundo Sundar et al. (2014), o *takt time* traduz a frequência de produção de um componente de forma a satisfazer a procura do cliente.

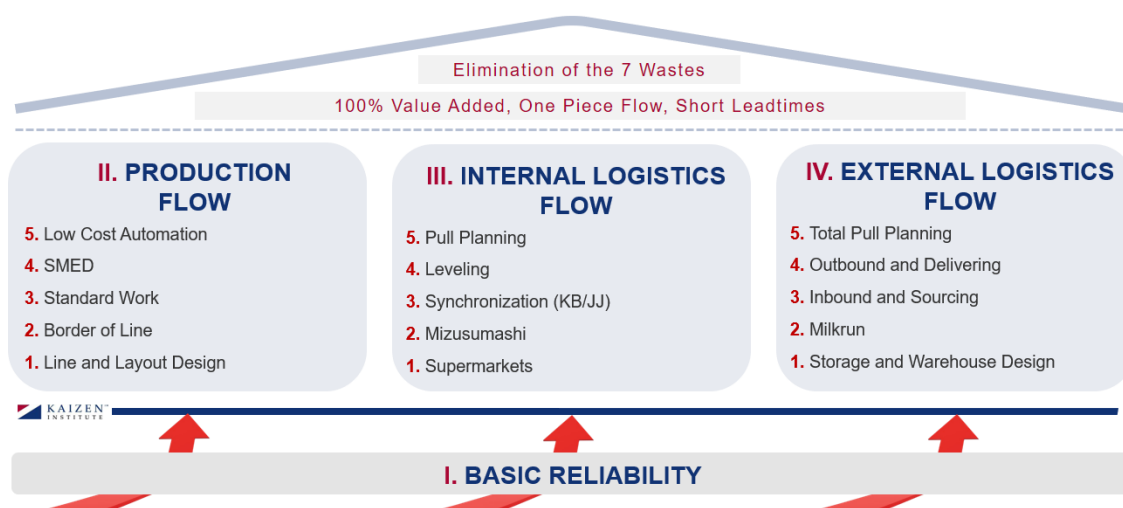


Figura 4: Modelo TFM

A implementação de ferramentas que relacionam a procura do cliente com os objetivos da empresa, não só aumenta a produtividade e reduz os custos operacionais, como também aumenta a satisfação dos clientes.

Normalização das tarefas

A normalização das tarefas traduz-se no método mais seguro e eficaz de executar uma tarefa no período mais curto de tempo, resultando numa utilização eficiente dos recursos, sejam eles pessoas, máquinas ou material (Sundar et al, 2014). Esta normalização representa um estado de fluidez dos movimentos dos operadores que minimizam o tempo de execução de cada tarefa, garantindo os padrões de qualidade e acrescentando valor ao produto (Coimbra, 2013).

A ferramenta para normalizar as tarefas, Tabela 2, descreve as etapas necessárias para uniformizar o desempenho dos operadores que constitui uma componente fundamental para assegurar a continuidade das restantes ferramentas implementadas. Por outro lado, garante que o procedimento que permitiu atingir determinado resultado é transmitido à restante equipa e pode ser consultado sempre que necessário. Para representação visual destas normas, utilizaram-se lições pontuais – documentos de uma página com a descrição estruturada do procedimento.

Tabela 2: Processo de melhoria do *standard work*

Etapas do processo de melhoria do <i>standard work</i>	Como atingir as etapas
1. Definir o objetivo	Ajustar o tempo de ciclo à cadência de pedidos do cliente
2. Observar o trabalho	Movimentação, duração, espera entre operações (WIP – <i>Work in Process</i>), defeitos de qualidade e retrabalho, anormalidades e dificuldades
3. Melhorar o trabalho	Planear e implementar medidas de melhoria para eliminação do desperdício
4. Normalizar o trabalho	Normalizar a movimentação do operador, o tempo de ciclo e o WIP
5. Consolidar o trabalho	Respeitar e cumprir os novos <i>standards</i> de trabalho, de forma a inseri-los na rotina de trabalho

SMED

Single Minute Exchange of Die (SMED) é uma ferramenta que permite reduzir o desperdício nos processos produtivos, tornando-os mais eficientes e flexíveis. Esta abordagem propõe a diminuição das atividades que não acrescentam valor, pela redução do tempo de paragem para troca de ferramenta – tempo de *setup* (Tenera & Simões, 2010).

A abordagem clássica ao SMED pode ser implementada em qualquer unidade industrial ou máquina, conferindo às empresas versatilidade e flexibilidade na produção e permitindo uma redução de custos.

O SMED pretende reduzir as perdas de eficiência devido ao *setup*. Este intervalo de tempo inclui não só a mudança física do material e equipamento, mas também todo o trabalho de preparação e afinações com a máquina parada ou a trabalhar a uma velocidade reduzida e ainda os trabalhos de limpeza (Coimbra, 2013). As tarefas de *setup* podem ser divididas em dois tipos: tarefas internas, aquelas que apenas podem ser executadas com a máquina parada; tarefas externas, aquelas que podem ser realizadas com a máquina a produzir. A metodologia implementada baseou-se em Shingo (1985), com uma proposta composta por cinco etapas:

1. Análise da situação atual;
2. Separação entre tarefas internas e externas;
3. Conversão de tarefas internas em tarefas externas;
4. Redução da duração das tarefas internas;
5. Redução da duração das tarefas externas.

O controlo do tempo de *setup* tem um impacto direto nos resultados da empresa, dado aumentar a capacidade das máquinas e permitir séries de produção mais curtas, o que reduz os *stocks* e aumenta o nível de serviço ao cliente.

Sincronização

A sincronização destina-se à definição do fluxo logístico com o objetivo de manter um fluxo contínuo ao longo da cadeia de valor, controlar os níveis de inventário, a produção e o abastecimento de componentes (Sundar et al., 2014). Existem dois tipos de fluxo: *Kanban*, que representa um ciclo contínuo de reabastecimento logístico; e *Junjo*, usado para um abastecimento logístico sequenciado. Neste projeto, implementou-se o sistema *kanban* para sincronizar o fluxo logístico.

Kanban é um documento que representa a encomenda de material de um cliente para um fornecedor, sinalizando, assim, uma ordem de produção/reabastecimento. No cartão é representada a identificação do material, cliente e fornecedor, quantidade a reabastecer e posição de armazenamento do material encomendado. *Kanban* é assim um abastecimento contínuo, como demonstra a Figura 5, onde os componentes devem estar disponíveis para entrega imediata.

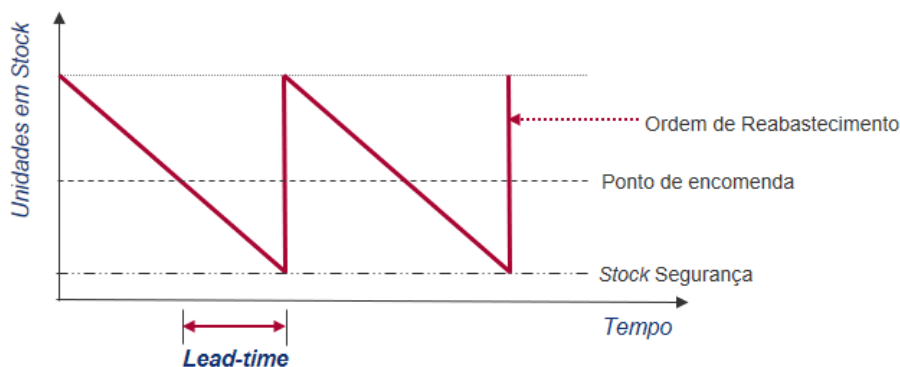


Figura 5: Ciclo de reabastecimento Kanban

O ciclo de reabastecimento *Kanban*, Figura 5, requer a definição de três conceitos: *stock* de segurança, ponto de encomenda e pedido de reabastecimento. Quando o *stock* da empresa atinge o ponto de encomenda, os componentes devem ser reabastecidos. Para tal, é gerado um *kanban* com a quantidade a encomendar. Durante o período compreendido entre o envio da

encomenda, através do *kanban*, e a receção dos componentes, a necessidade de componentes mantém-se, pelo que é necessário definir uma quantidade mínima de *stock* – *stock* de segurança – que previna ruturas de material. O objetivo é que, no momento de entrega dos componentes encomendados, o *stock* cumpra o nível mínimo de segurança.

A sincronização permite um *mix* na produção com níveis de inventário otimizados, resultando num *lead-time* para entrega do produto ao cliente inferior e uma utilização eficiente dos recursos (Sundar et al., 2014).

Planeamento Pull

O planeamento da produção é necessário para antecipar a variação da procura, pelo que decisões ao nível da capacidade da linha são essenciais para responder às encomendas do cliente. Existem dois modelos para planear a produção: *push* e *pull*.

No planeamento *push*, as ordens de produção são baseadas em previsões e no agrupamento de encomendas, Figura 6.

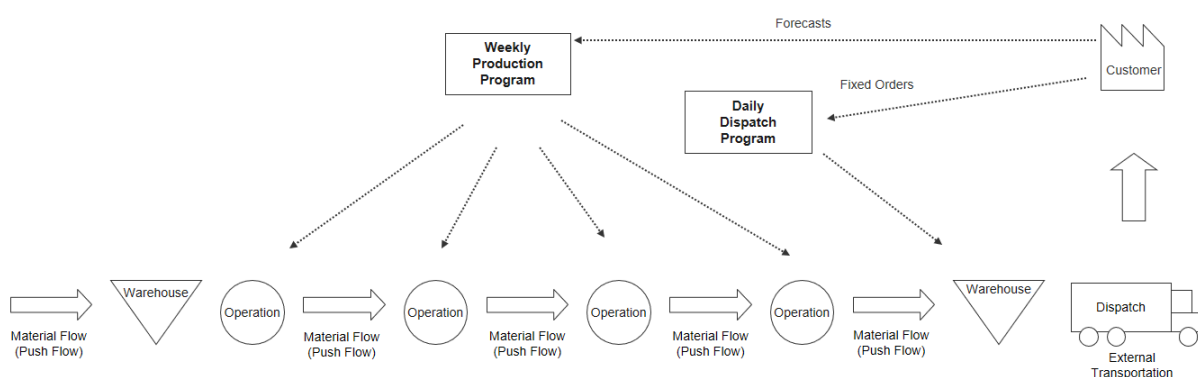


Figura 6: Modelo *push-flow*

Conforme demonstra a Figura 6, este tipo de planeamento é executado por um organismo central, não estando diretamente ligado ao cliente. As previsões das encomendas despoletam o processo produtivo. O facto de não existir supermercado e o impacto dos pedidos dos clientes na cadeia de abastecimento requerem um maior tamanho de lote, o que reduz o fluxo e aumenta o *lead-time*. Neste caso, o produto está pronto para entregar ao cliente no momento da receção da encomenda, uma vez que a produção é MTS (*Make to Stock*). De forma a absorver a variabilidade do processo, existe constantemente WIP (*Work in Progress*), cujo impacto associado a lotes de produção grandes impossibilita a otimização dos recursos.

Por sua vez, o planeamento *pull* tem como base o conceito de criação de fluxo na logística, como se pode observar na Figura 7. As estratégias subjacentes a este modelo de planeamento tanto podem ser MTS (*Make to Stock*), o que reduz o *lead-time* de entrega, mas aumenta inventário de cada produto; MTO (*Make to Order*), onde não existe *stock* de produto acabado, pelo que, após a encomenda, o cliente espera o equivalente ao *lead-time* do produto; ou um sistema híbrido onde existe inventário para as referências com procura mais elevada, de forma a equilibrar o nível de *stock* com o *lead-time* de entrega dos produtos. De acordo com a Figura 7, o modelo *pull* é desencadeado pelo consumo do cliente, pelo que, no momento da receção da encomenda, consoante o tipo de produto em análise, este pode estar pronto para entrega, no caso de uma referência com um elevado volume de vendas, ou o produto não estar pronto para entrega, no caso de ser uma referência com um volume de vendas mais reduzido, onde a produção apenas ocorre depois da confirmação da encomenda.

O planeamento *pull* requer uma maior fiabilidade do sistema, tanto ao nível de *setup* como da qualidade dos componentes, dado implicar, em muitos casos, a produção para a encomenda.

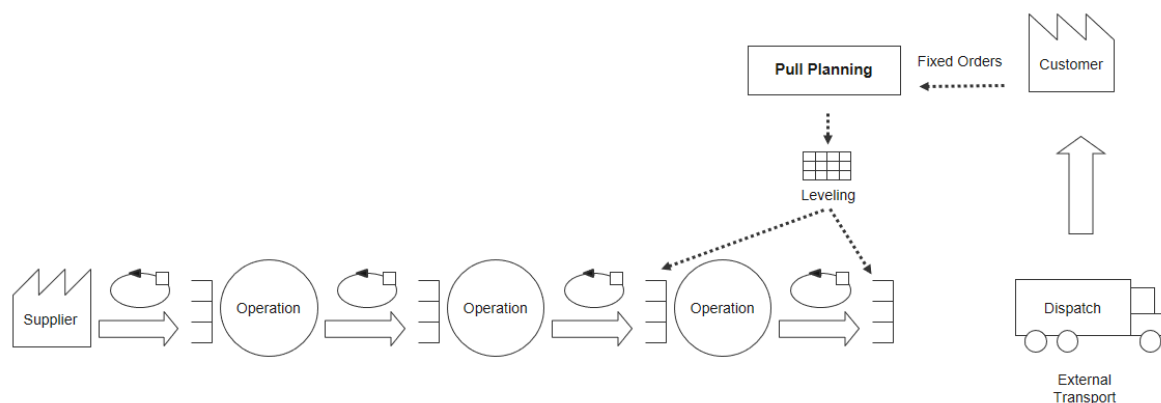


Figura 7: Modelo *pull-flow*

Na presente dissertação, a abordagem ao planeamento diferiu, uma vez que as empresas apresentavam constrangimentos distintos. Independentemente da situação inicial, o foco é sempre o planeamento em *pull*, com base nos pedidos do cliente.

Nivelamento

O resultado do *pull planning* é o *input* do nivelamento, uma vez que este consiste num conjunto de operações que convertem pedidos do cliente em lotes programáveis, otimizando assim a sequência de produção (Coimbra, 2013).

O indicador que mede o grau de nivelamento de um processo produtivo denomina-se EPEI (*Every Party Every Interval*), representando a periodicidade produtiva de cada referência. O intervalo pode ser ajustado de acordo com os tamanhos de lote adequados à empresa. O nivelamento entre equipamentos requer flexibilidade dos recursos existentes, essencialmente no processo de mudança de ferramentas.

Na presente dissertação, uma das ferramentas implementadas, o SMED, visa diminuir o tempo de *setup*. A redução deste tempo possibilita uma redução do tamanho de lote, na medida em que o tempo disponível para troca de ferramentas aumenta. Desta forma, o SMED é um fator essencial para garantir o nivelamento da produção.

Este nivelamento permite equilibrar o consumo de materiais, reduzindo o *Bullwhip Effect* (Efeito de Amplificação da Procura). Este efeito diz que pequenas alterações na procura do cliente final originam variações crescentes ao longo da cadeia de abastecimento desde o fabricante ao fornecedor de matérias-primas, originando *stock* e excesso de produção. Além disso, o nivelamento equilibra a carga de trabalho dos colaboradores, permitindo uma maximização da capacidade utilizada e evitando picos na produção (Sundar et al., 2014).

2.3.3 Redução de Referências

O portfólio de uma empresa tem impacto direto no nível de serviço ao cliente, na medida em que um elevado número de referências aumenta a complexidade da cadeia produtiva, o que se reflete numa crescente necessidade de capacidade produtiva. Com o objetivo de otimizar o nível de entrega, a gestão de referências é uma atividade fundamental, muitas vezes descurada pelas organizações, que permite um desenvolvimento sustentado do portfólio das empresas.

Um produto é uma combinação de atributos (dimensões, tipo de material, cor, marca, preço) que satisfazem as necessidades do consumidor. A gestão do portfólio de uma empresa implica opções estratégicas relativas aos produtos a comercializar, à escolha daqueles que devem ser inseridos no mercado, bem como dos que devem ser retirados de circulação. Além disso, decisões como a quantidade ideal a ter em circulação são fatores que devem ser considerados

não só numa ótica de estratégia da empresa, mas também de análise do ciclo de vida do produto.

O ciclo de vida de um produto reúne diferentes etapas desde a concepção e desenvolvimento, introdução e posterior remoção do produto no mercado. O objetivo das empresas com a introdução de novos produtos é satisfazer as necessidades do consumidor ao menor custo possível, maximizando a sua rentabilidade.

No período de desenvolvimento, isto é, da sua concetualização e apresentação ao mercado, devem ser satisfeitas as necessidades do consumidor, cumprindo os requisitos de qualidade, ao menor preço possível. Um desenvolvimento eficiente apresenta inúmeros benefícios para as empresas desde uma introdução rápida do produto no mercado, uma qualidade superior dos produtos, uma crescente oportunidade de venda e uma redução nos custos de produção e desperdício. Após a sua introdução, e no caso de o produto ter sobrevivido a essa primeira etapa, segue-se a fase de crescimento, momento em que a empresa opta por apostar na crescente quota de mercado ou na rentabilidade do produto. Um aumento da produção reduz o custo unitário, pelo que o objetivo da empresa é reunir condições relativas a consumidores, concorrência e rentabilidade para potenciar o crescimento do produto no mercado. A partir de um determinado período, ocorre um abrandamento da taxa de crescimento das vendas, até que se inicia um período de declínio. Neste momento, o produto atinge a fase de maturidade, a última fase do seu ciclo de vida, que culmina na inviabilidade económica.

A gestão do ciclo de vida do produto foca-se na redução do tempo de desenvolvimento, melhoria da qualidade, redução dos custos da produção de amostras, identificação de potenciais oportunidades de vendas e redução do impacto ambiental. A introdução estruturada de produtos no mercado requer uma análise dos consumidores, do mercado e também dos concorrentes que nele atuam.

A gestão do ciclo de vida do produto permite às organizações ultrapassar desafios de crescente complexidade no desenvolvimento de produtos novos.

A rentabilidade de uma empresa depende de mais fatores do que apenas um aumento nas vendas. A quantidade de componentes em *stock*, a diversidade de referências, o desenvolvimento de novos produtos e o respetivo ciclo de vida são fatores determinantes para o sucesso de uma empresa no mercado. A análise estruturada do portfólio tem como objetivo estabelecer uma ligação entre as necessidades do consumidor e a rentabilidade da empresa. Uma elevada diversidade de produtos dificulta um desenvolvimento eficiente, resultando numa redução da produtividade das organizações. De acordo com JMA Consultants Inc. (2006), a estratégia de crescimento de uma empresa encontra-se representadas na Figura 8.

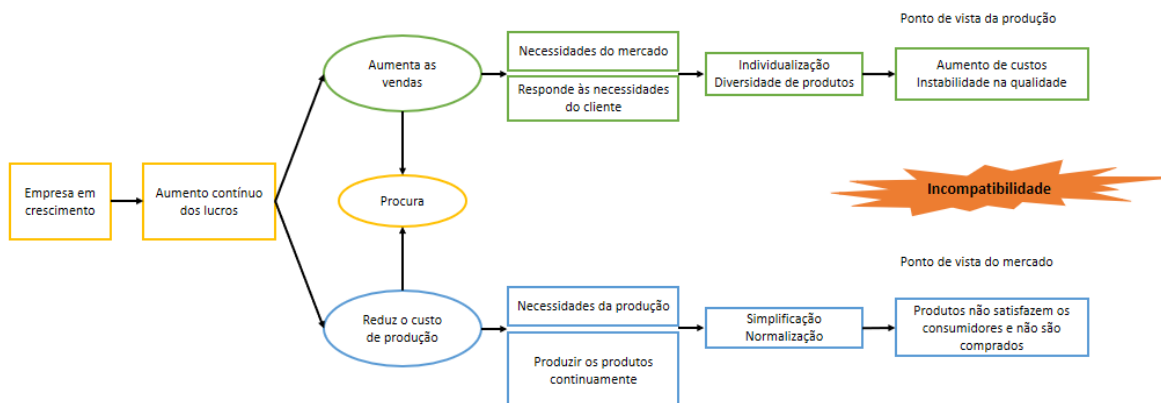


Figura 8: Estratégias de uma empresa em crescimento

Como demonstra a Figura 8, a estratégia de uma empresa conjuga o aumento do volume de vendas com a redução do custo de produção, sendo o número de referências um fator crítico

para o equilíbrio entre estes dois fatores. Se por um lado, a produção defende a redução da complexidade produtiva através da simplificação e normalização do portfólio. Por outro lado, o mercado requer customização e diversificação do portfólio. Por este motivo, é fundamental que a empresa encontre um equilíbrio entre as necessidades dos clientes e a eficiência da produção.

Na perspetiva de reduzir a diversidade de referências, é fulcral uma análise dos produtos e processos necessários segundo as seguintes perspetivas:

1. Identificação de parâmetros críticos e de parâmetros passíveis de substituição ou eliminação;
2. Validação das referências afetadas pela substituição ou eliminação de parâmetros;
3. Análise das características das vendas, nomeadamente volume, tendência e margem, e classificação dos parâmetros com base nas três categorias anteriormente mencionadas;
4. Conclusão da análise comparativa e validação das alterações no portfólio.

A metodologia descrita anteriormente, cuja análise se apresenta em capítulo autónomo (Capítulo 4), foi proposta na Amorim Revestimentos com o objetivo de aumentar o nível de serviço da empresa, através de uma conjugação entre a capacidade produtiva e os requisitos dos clientes e do mercado em geral. O grande objetivo desta abordagem é fornecer à empresa ferramentas que conjuguem fatores produtivos com comerciais, contribuindo para um aumento da competitividade da empresa, através de uma análise estruturada do portfólio.

2.3.4 Conclusão

O foco nas atividades de valor acrescentado requer a eliminação do desperdício, envolvendo todos os colaboradores no processo de mudança. A base do processo de melhoria é a estabilidade básica dos recursos, tanto pessoas como equipamentos. Assegurar esta estabilidade é essencial para que a empresa consiga não só manter as ferramentas implementadas, como replicar as técnicas de melhoria contínua noutros equipamentos e áreas produtivas.

Durante o enquadramento teórico analisaram-se diferentes ferramentas que constituem a metodologia *lean*. Esta metodologia tem início com o VSM, que inclui o conjunto das atividades (com e sem valor acrescentado) essenciais para representar os fluxos do produto desde a matéria-prima até ao cliente final. O objetivo é identificar desperdícios para que sejam eliminados (Rohani & Zahraee, 2015). A melhoria da eficiência dos processos requer uma redução do *lead-time* de produção que pode ser alcançada tanto pela redução do tempo de *setup*, através do SMED, como pela redução dos níveis de *stock* e do tamanho de lote, através do planeamento *pull*, ajustando-os à procura do cliente. A base para consolidar todas as ferramentas é a normalização das tarefas, pela uniformização daquelas que minimizam o desperdício e permitem uma utilização eficiente dos recursos (Sundar et al., 2014).

Dado terem sido identificadas diversas abordagens no decorrer do enquadramento teórico, a melhoria do nível de serviço ao cliente requer uma metodologia que conjugue diferentes ferramentas estudadas, permitindo uma melhoria contínua abrangente e capaz de melhorar diferentes áreas das organizações. Esta metodologia será abordada no capítulo 3.

3 Melhoria do Serviço ao cliente

No presente capítulo apresentam-se os dois casos de estudo: Amorim Revestimentos e Empresa A. O foco de ambos os projetos é a melhoria do desempenho das empresas relativamente aos prazos de entrega ao cliente, sendo a redução do *lead-time* das atividades um fator crítico.

A estruturação do capítulo engloba as diferentes etapas analisadas, que se encontram representadas na Figura 9.

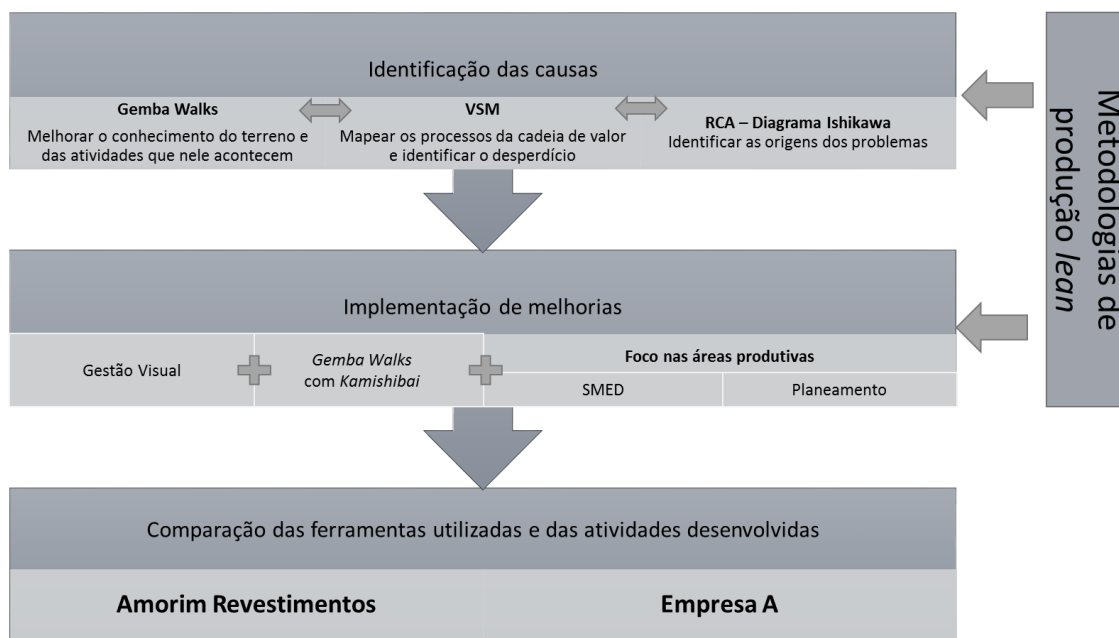


Figura 9: Metodologia de integração das ferramentas

De acordo com a Figura 9, a análise das empresas foi constituída por três etapas: (1) a identificação do estado inicial e dos principais problemas a resolver, usando *Gemba Walks* (visitas ao terreno); (2) o mapeamento de processos (VSM) de forma a identificar as causas raiz dos problemas das empresas; (3) após o levantamento das principais oportunidades, foram implementadas ferramentas de melhoria contínua, como o SMED para redução do tempo de *setup*, *kanban* e algoritmo de reposição de *stocks* para a reformulação do método de planeamento. Paralelamente a estas ferramentas, desenvolveram-se projetos de aumento da disciplina nas organizações, através de auditorias, de forma a aumentar o comprometimento dos intervenientes no processo de melhoria. Por fim, são comparadas as ferramentas utilizadas em cada uma das empresas, de forma a relacionar as ferramentas *lean* com o contexto onde são implementadas.

3.1 Amorim Revestimentos

A estrutura da cadeia de abastecimento da Amorim Revestimentos divide-se em quatro áreas: Produção, Planeamento, Compras e Expedição.

A produção é a área responsável pela fabricação dos produtos que constituem o portfólio da empresa, sejam revestimentos ou pavimentos de cortiça. Esta divide-se em dois polos distintos: Lourosa e São Paio de Oleiros. A primeira encarrega-se do início do processo produtivo, transformando a matéria-prima em blocos de cortiça para serem posteriormente trabalhados. O produto resultante desta primeira etapa é transformado até à obtenção dos pavimentos de compósitos – o produto final. O processo produtivo da empresa é descrito com detalhe no subcapítulo 3.1.1.

O planeamento está encarregue de distribuir as encomendas da fábrica pelas várias linhas produtivas, nivelando a carga semanal da produção, de forma a assegurar a entrega do produto ao cliente. Na Amorim Revestimentos, o planeamento estabelece a ligação entre a produção e as compras, a área encarregue da análise de *stock* e compra de matéria-prima. Por fim, a expedição encarrega-se de preparar os pedidos do cliente para posterior envio.

3.1.1 Processo Produtivo

A Amorim Revestimentos controla todo o processo produtivo dos pavimentos de cortiça, desde a matéria-prima até ao produto acabado, de acordo com as especificações do cliente.

A cortiça utilizada na produção de revestimentos provém da primeira e segunda casca do sobreiro que não é aproveitada para rolhas, o que corresponde ao refugo, aparas ou bocados provenientes de outras unidades industriais. A Figura 10 descreve o processo produtivo da Amorim Revestimentos com base num estudo publicado pela APCOR (APCOR, 2016):

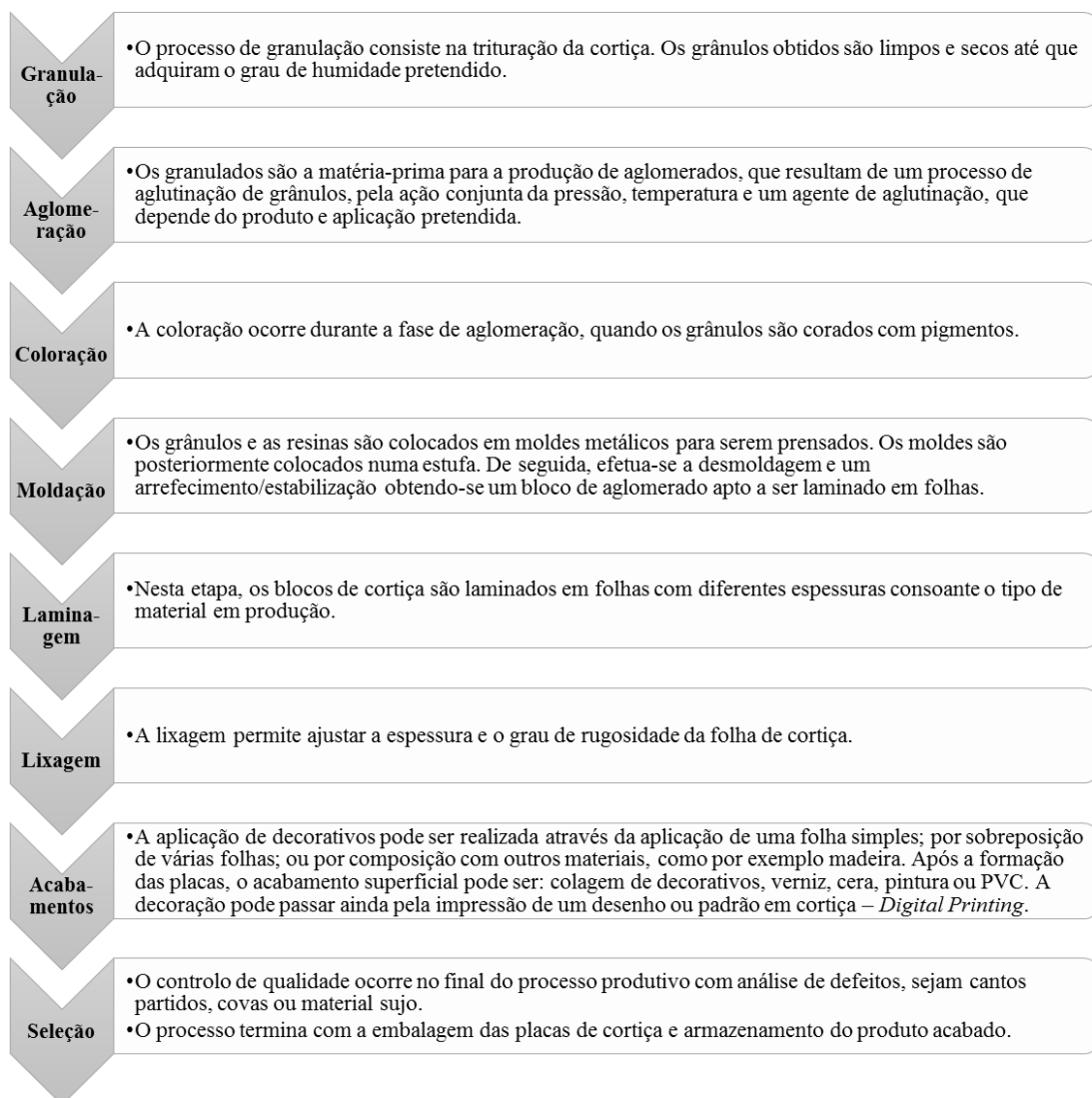


Figura 10: Processo produtivo da Amorim Revestimentos

Tendo como base as principais etapas do processo produtivo descritas na Figura 10, foi mapeado o fluxo dos materiais para as principais referências produzidas pela empresa: LVT, Digital Printing, Authentica, Hydrocork, Corkstyle e Cork-o-Floor. Nesta secção apenas estão representadas as referências mais representativas – LVT, Digital Printing e Authentica (ver Figura 11), sendo que o restante mapeamento se encontra no Anexo A.

A Figura 11 demonstra o processo produtivo da empresa, destacando-se uma cadeia produtiva longa e composta por várias operações de valor acrescentado ao material, sendo que, entre cada operação, este é transportado entre linhas produtivas.

As várias referências são produzidas nas mesmas linhas produtivas, mas com sequências e durações distintas, diferenciando assim o *lead-time* da produção que, para as famílias de produtos mais representativas, está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: *Lead-time* das principais referências

Referências	LT atual para o cliente (dias)	LT objetivo para o cliente (em dias)	LT <i>End to End</i> médio (sem filas de espera, em dias)	LT <i>End to End</i> mínimo (sem filas de espera, em dias)
LVT 1200	20	15	3	1.1
LVT 900	20	15	2	1.1
DP 605	20	15	19	2.2
DP 900	20	15	19	2.2
DP 1200	20	15	19	2.1
DP 1800	20	15	20	3.5
AUTH 900	20	15	16	0.3
AUTH 1200	20	15	16	0.4
Hydrocork	20	15	5	3.2
CS 1200	20	15	16	1.0
CS 905 CNB	20	15	16	0.1
CS 905 STD	20	15	16	0.1
CoF 900	20	15	17	1.2

A Tabela 3 apresenta o *lead-time* das referências com maior volume de vendas no portfólio da empresa. Na primeira coluna está representado o *lead-time* indicado ao cliente no momento da consulta, e nas últimas duas colunas, o *lead-time end to end* refere-se à duração de todo o processo produtivo, excluindo filas de espera. Os valores foram obtidos através do sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa onde, para cada pedido se especificam os processos desde a receção da encomenda até à preparação dos produtos para expedição.

Analisando os dados da Tabela 3, verifica-se que referências da mesma família com dimensões diferentes não apresentam grande variabilidade no *lead-time end to end* (referente ao processo produtivo), pelo que se conclui que a família determina o *lead-time*, independentemente da dimensão. Conforme especificado na Tabela 3, existe uma diferença significativa entre o *lead-time* indicado ao cliente e o referente ao processo produtivo. Estes dados traduzem o principal foco do projeto, a redução do *lead-time* dado ao cliente em 25%, correspondendo a uma redução de 5 dias desde a receção do pedido até à sua disponibilização para *picking* pelo cliente. Esta diminuição requer uma maior eficiência dos processos internos para que o nível de serviço não seja penalizado.

A identificação dos desperdícios da cadeia de abastecimento contribuiu para o foco na análise do *lead-time*, a área de atuação do projeto. Esta análise é apresentada de seguida na secção 3.1.2.

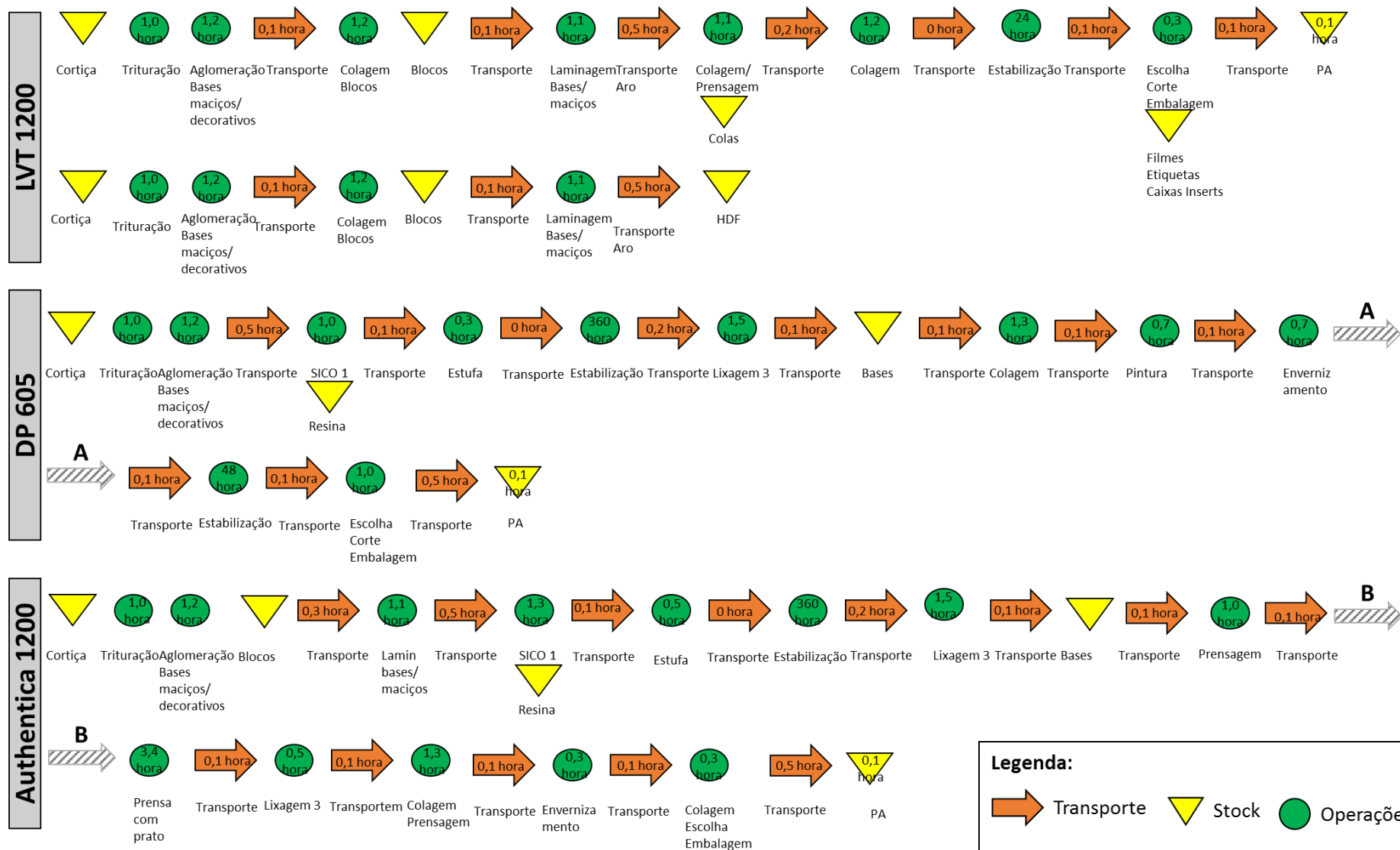


Figura 11: Mapeamento das referências mais representativas da Amorim Revestimentos

3.1.2 Problemas identificados

De forma a atingir os objetivos propostos para o projeto, analisaram-se os principais problemas da Amorim Revestimentos e respetivas causas raiz, através de um diagrama de *Ishikawa*, Figura 12.

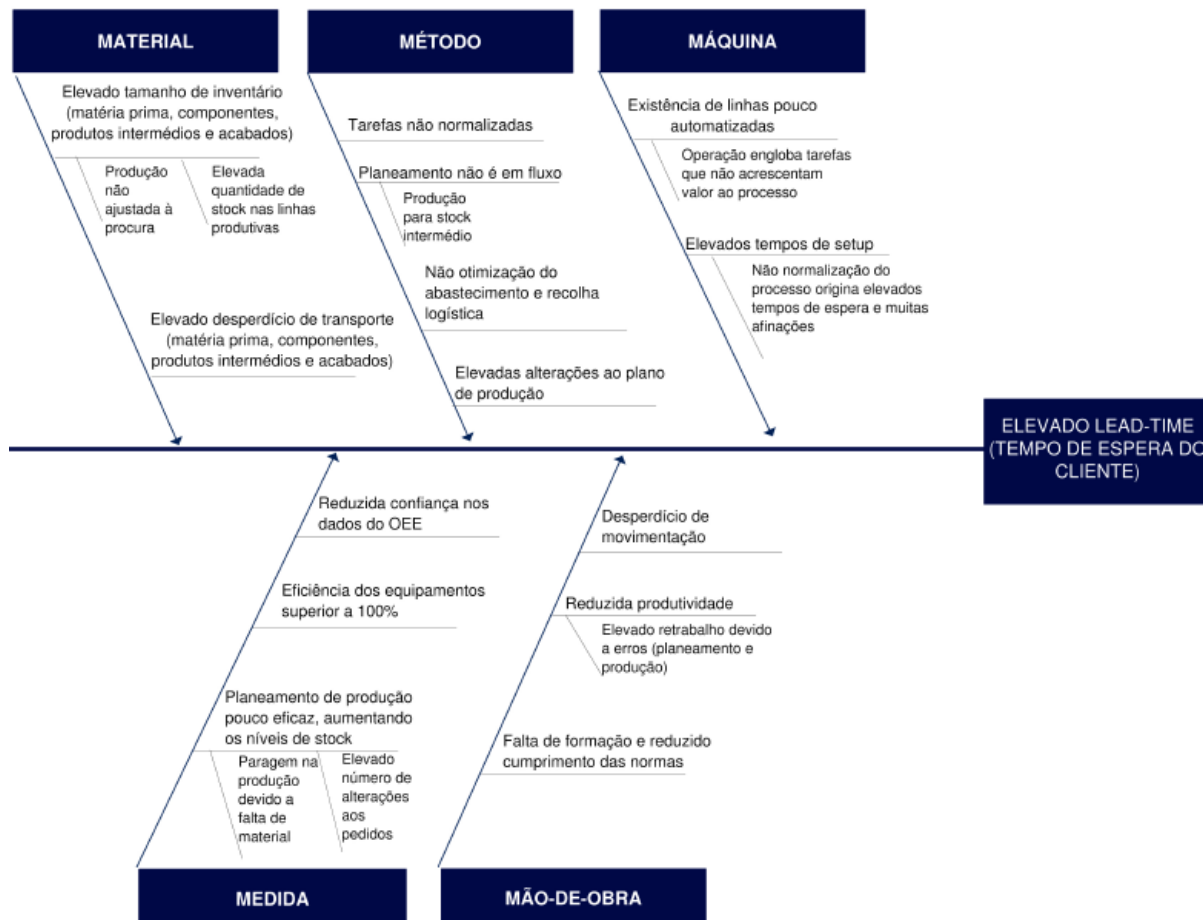


Figura 12: Diagrama de *Ishikawa* para análise do elevado *lead-time* da Amorim Revestimentos

O diagrama de *Ishikawa* da Figura 12 resulta de uma análise ao desperdício da organização realizada paralelamente à elaboração do VSM.

A principal causa identificada foi a elevada duração dos processos produtivos, que penaliza o nível de serviço ao cliente. Conforme descrito na secção anterior, o foco do projeto é a redução do *lead-time* do processo, desde que a encomenda é registada até o produto ser expedido. Este objetivo foi definido com base nos desperdícios identificados de seguida.

A eficiência dos equipamentos é um dos problemas críticos, bem como o processo de troca de ferramenta que apresenta uma duração elevada e implica um elevado número de ajustes. Além disso, são registadas diversas paragens na produção por rutura de material, demonstrando ineficiências ao nível do planeamento da empresa.

Ao longo da cadeia produtiva, as filas de espera de material são elevadas e o lote é desajustado face ao pedido do cliente, aumentando o *stock* de produto acabado em supermercado. Além disso, não é estabelecida qualquer diferenciação na produção com base no volume de vendas de cada referência, sendo a estratégia de planeamento igual para referências com volumes de vendas e rotatividades distintos.

A crescente diversificação do portfólio da empresa requer uma elevada flexibilidade da produção. Deste modo, o elevado número de referências que a empresa produz, associado a

um processo de troca de ferramenta não normalizado, traduz-se em operações lentas, que contrariam a necessidade de processos eficientes, para responder às necessidades do cliente.

Durante a análise, identificou-se também uma necessidade de maior envolvimento da gestão de topo, de forma a aumentar não só a motivação, mas também o comprometimento dos operadores em todo o processo de melhoria.

Planeamento

A gestão de *stocks* na Amorim Revestimentos está a cargo do departamento de compras, o departamento que define as quantidades a encomendar de cada referência. Inicialmente, utilizavam-se múltiplos ficheiros com diferentes *layouts* e introdução manual dos dados, envolvendo a análise, no sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), da quantidade em *stock* de cada referência bem como daquela já alocada à produção. O método de planeamento da Amorim Revestimentos era já inicialmente em *pull*, com base no consumo médio da fábrica. A última etapa do processo de encomenda de matéria-prima ao fornecedor, está também a cargo do departamento de compras e reside na composição dos contentores, um outro processo totalmente manual. A formação do contentor é um processo iterativo com o objetivo de conjugar a maximização da ocupação com o peso da encomenda, que não deve exceder a capacidade do contentor.

A análise do método de planeamento da Amorim Revestimentos focou-se numa família piloto, LVT, dado o elevado volume de vendas e o processo de encomenda da matéria-prima. Esta família é importada da China, pelo que é fulcral assegurar a sua disponibilidade para produção. As encomendas são feitas mensalmente e têm como base a análise manual dos níveis de *stock* físico. Apesar de o conceito de planeamento ser já em *pull*, a empresa utilizava o *lead-time* de entrega do fornecedor como referência, o que, para um produto importado da China, varia entre dois e quatro meses. Por este motivo, a empresa apresentava *stocks* de LVT elevados, equivalentes ao *lead-time* de entrega do fornecedor.

O objetivo é então a alteração deste paradigma, uma vez que, como as encomendas são mensais, a base do sistema de planeamento deve ser a frequência de entrega e não o *lead-time* de entrega. Esta mudança tem um elevado impacto nos níveis de *stock* da empresa.

Com o objetivo de ajudar a Amorim Revestimentos a melhorar o seu método de planeamento, desenvolveu-se um algoritmo de reposição de *stocks* para a família de produtos LVT, apresentado na secção 3.1.3., que otimiza também a preparação e a ocupação do contentor.

Overall Equipment Efficiency

A Amorim Revestimento é composta por cinco áreas produtivas: Produtos base – com linhas de aglomeração, colagem e laminagem de blocos; Componentes – com linhas de prensagem, estufa e corte de bases; e Acabamentos Finais 1, 2 e 3 (AF1, AF2 e AF3) – com linhas de corte e colagem de decorativos, envernizamento e embalagem.

A análise da produtividade das linhas tem como base o indicador OEE, que se calcula pela multiplicação de três fatores, medidos em percentagem:

- Disponibilidade: razão entre o tempo de funcionamento real e o tempo de funcionamento planeado para uma linha. Identifica e quantifica as paragens planeadas e não planeadas das linhas;
- Rendimento: razão entre a quantidade total de placas produzidas e a quantidade máxima de placas que se podem produzir no tempo de funcionamento real da linha. Identifica e quantifica as microparagens e as perdas de velocidade;
- Qualidade: razão entre o número de placas produzidas com qualidade aceitável para venda e o número total de placas produzidas. Identifica e quantifica a não qualidade da produção.

Atualmente, o OEE não é calculado em todas as linhas da empresa, pelo que para analisar o comportamento do indicador (ver Figura 13) consideraram-se as linhas onde este era já calculado, tendo sido recolhida uma amostra relativa ao tempo de funcionamento das várias linhas durante o ano 2016.

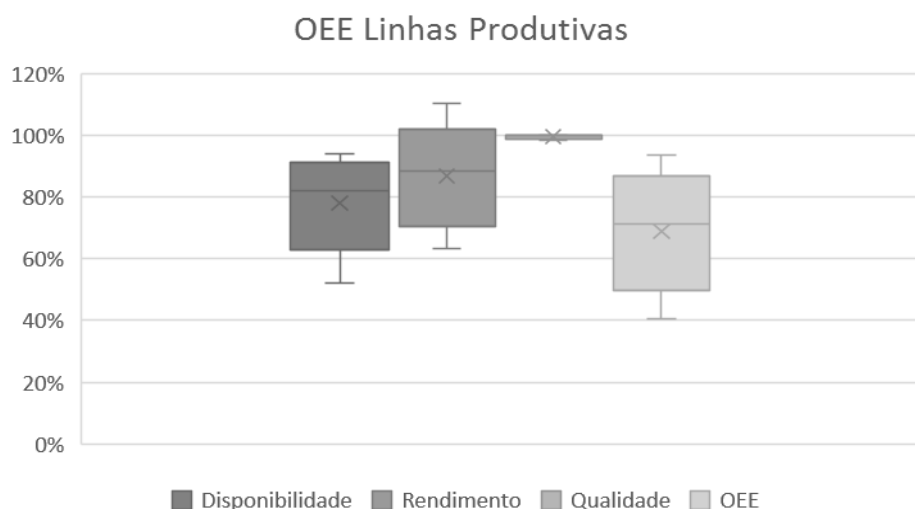


Figura 13: Dados OEE das linhas produtivas da Amorim Revestimentos

Pela análise da Figura 13, verificam-se incongruências no cálculo da eficiência dos equipamentos. A análise dos valores médios demonstra que a eficiência das linhas produtivas não é um fator crítico, apresentando um valor que permite responder às necessidades da fábrica. Verifica-se também uma grande dispersão entre os valores dos parâmetros disponibilidade e rendimento, e consequentemente do OEE. Apenas o fator qualidade apresenta uma variabilidade reduzida, pelo que não foi analisado no projeto.

Relativamente ao fator disponibilidade e, tendo em conta as paragens não planeadas das linhas, nomeadamente por falta de plano de fabrico, este parâmetro revela-se demasiado elevado. Para clarificar a disponibilidade das linhas produtivas, analisaram-se os tempos de *setup*, apresentados na secção seguinte.

Já a análise do fator rendimento apresenta valores máximos superiores à unidade, revelando uma necessidade de revisão deste parâmetro de cálculo.

Pelo facto de o indicador de produtividade OEE apresentar incongruências, foi proposto um novo método de cálculo, que inclui alterações relativamente aos parâmetros disponibilidade e rendimento das linhas produtivas, conforme explicado no Anexo B.

A apresentação do novo indicador teve como base a linha Corte Final 5 (ver Tabela 4), uma linha de Acabamentos Finais 3 que apresenta um elevado valor para paragens planeadas por falta de plano de fabrico, bem como um rendimento superior à unidade.

Tabela 4: Alterações no cálculo do OEE na linha de Corte Final 5

	Situação Inicial	Situação Atual	Desvios
Paragens Planeadas por Falta de Plano	395h	-	
Disponibilidade	78,8%	73,2%	7%
Rendimento	101%	76,3%	24%
Qualidade	99%	99%	0%
OEE	78,9%	55,4%	30%

A Tabela 4 apresenta os dados iniciais e a situação atual do OEE, de acordo com a revisão proposta das medidas. Esta tabela demonstra que o valor real do OEE na linha de Corte Final, obtido com a alteração da fórmula de cálculo, é 30% inferior às estimativas que se obtinham com o método de cálculo anterior.

Esta alteração centra-se no impacto das paragens planeadas por falta de plano de fabrico na disponibilidade dos equipamentos, uma vez que implicam a paragem dos mesmos por falhas no planeamento, o que se traduz numa redução de 7% da disponibilidade.

Relativamente ao rendimento, que inicialmente apresentava um valor médio de 101%, reduz 24%, apresentando atualmente um valor médio de 76,3%. Esta diferença deve-se à distinção entre cadência máxima e cadência objetivo da linha. Inicialmente, o cálculo do OEE considerava a cadência definida com base num objetivo, sendo que a alteração proposta sugere a consideração, não da cadência objetivo, mas da cadência máxima da linha, permitindo aferir perdas de rendimento na produção, algo que até então não se avaliava. Os desvios entre as cadências consideradas encontram-se no Anexo C.

O método proposto realça não só ineficiências nas linhas produtivas como no planeamento, uma vez que o OEE começa a ser afetado também pelas falhas no planeamento da produção que causam paragens na linha.

Após a reformulação do método de cálculo do OEE, verifica-se que o parâmetro que necessita de maior acompanhamento é a disponibilidade da linha produtiva. Deste modo, analisou-se o tempo de *setup* da linha, conforme descrito de seguida.

Tempo de setup

A duração dos *setups* das diferentes áreas produtivas da Amorim Revestimentos apresenta-se na Tabela 5. Esta análise incidiu sobre os dados de produção das áreas ao longo do ano 2016.

Tabela 5: Duração dos *setups* nas diferentes áreas produtivas

	Componentes Produtos Base		AF1	AF2	AF3	Total
Duração <i>setups</i> (horas)	775	105	676	306	356	2219
% <i>setups</i> tempo total produção	4%	1%	4%	3%	2%	3%

A análise da Tabela 5 demonstra que a empresa despende aproximadamente 3% do tempo de produção no processo de troca de ferramenta, perfazendo um total anual de 2219 horas. A duração deste tempo varia consoante a área produtiva, dado que envolvem processos específicos com características distintas. De forma a reduzir o tempo de *setup* das áreas produtivas, aplicou-se uma ferramenta numa linha piloto, o SMED, que visa reduzir o tempo de mudança de ferramenta. A linha selecionada como piloto foi CF5, pertencente a AF3. Pela análise da Tabela 5 verifica-se que não é a área com maior percentagem de *setup* no tempo total de produção, no entanto é uma linha com uma elevada ocupação, pelo que a sua paragem tem um importante impacto na cadeia de abastecimento.

3.1.3 Ferramentas implementadas

Após a contextualização do problema e análise das causas, na secção 3.1.2., neste subcapítulo são apresentadas as ferramentas implementadas para aumento do nível de serviço ao cliente. Esta implementação foi constituída por três etapas:

1. Desenvolvimento de um algoritmo para Reposição de *Stocks*

A ferramenta – Algoritmo de Reposição de *Stocks* – realizada para uma família específica da empresa tem como objetivo alterar e automatizar as análises de *stock* e respetivas necessidades de produção.

2. Realização de SMED nas linhas produtivas

O foco do SMED é a redução do tempo de mudança de ferramenta da linha produtiva. Neste projeto, inicialmente foi selecionada uma linha piloto para testar a metodologia sendo que posteriormente se desdobrou para as restantes linhas, onde o *setup* é uma característica crítica na produtividade dos equipamentos.

3. Implementação de um sistema de Auditoria *Kamishibai*

O plano de auditoria a realizar pela gestão de topo tem como objetivo a melhoria contínua da empresa, motivando e desafiando a equipa natural.

Etapas 1: Algoritmo de Reposição de Stocks

O Algoritmo de Reposição de *Stocks* visa minimizar as operações que não acrescentam valor ao processo, envolvendo três decisões principais: momento da encomenda, quantidade a encomendar e quantidade de *stock* de segurança.

A ferramenta, desenvolvida pela equipa de projeto em *Microsoft Excel*, utiliza os dados disponibilizados pelo sistema ERP da empresa. A diferença relativamente ao funcionamento descrito na secção 3.1.2. reside na automatização da análise de *stocks* e referências a encomendar. O algoritmo especifica, para cada referência, o histórico de consumos, bem como o *lead-time* de entrega e permite ainda uma análise ao *stock*: cobertura, *stock* atual, *stock* previsto e *stock* de segurança. Desta forma, antes da formalização da encomenda, são disponibilizados os dados necessários, agilizando o processo e evitando erros tanto na análise como na interpretação dos mesmos. O grande foco desta ferramenta é, portanto, apresentar uma solução ao departamento de compras que propõe as referências a encomendar, através de uma interface simples e de fácil compreensão, proporcionando uma análise crítica, sempre adaptada às necessidades da fábrica.

O procedimento divide-se em diferentes etapas e o esquema de funcionamento do algoritmo encontra-se representado na Figura 14.

A Figura 14 esquematiza o processo de análise de *stocks* de LVT. Relativamente aos *inputs* do algoritmo, é necessária informação respeitante aos diferentes artigos: descrição, quantidade de placas por palete, análise do volume de vendas de cada artigo, quantidade de paletes por contentor, peso da paleta, objetivo de cobertura (em meses), *stock* atual e consumo médio da fábrica e *lead-time* e frequência de entrega do fornecedor.

De acordo com os dados introduzidos, o algoritmo calcula o *stock* previsto e virtual, os níveis de reposição e *stock* de segurança, sendo ainda calculadas coberturas, que referem o tempo médio que o *stock* atual cobre face ao consumo da fábrica. A informação é devolvida com base em dois métodos de cálculo distintos: por cobertura, onde a base é a disponibilidade dos artigos, ou por *lead-time*, onde a base é o tempo de entrega do fornecedor.

Apesar de a empresa fazer encomendas mensais aos fornecedores de matéria-prima, a implementação do algoritmo alterou o paradigma relativo à quantidade a encomendar. Enquanto, inicialmente, se considerava o *lead-time* de entrega do fornecedor como referência, o algoritmo sugere a consideração da frequência de entrega como ponto de partida para as encomendas. Esta alteração tem impacto, não só no nível de *stock* da empresa, como no *stock* de segurança, que sofrem assim reduções de quantidade.

O *stock* de segurança é então regulado com base na frequência de entrega do fornecedor. O facto desta frequência ser mensal, faz com que o *stock* tenha sido ajustado para um mês de consumo. Esta consideração parte do princípio que, num mês, a produção máxima da fábrica não excede o dobro da sua capacidade.

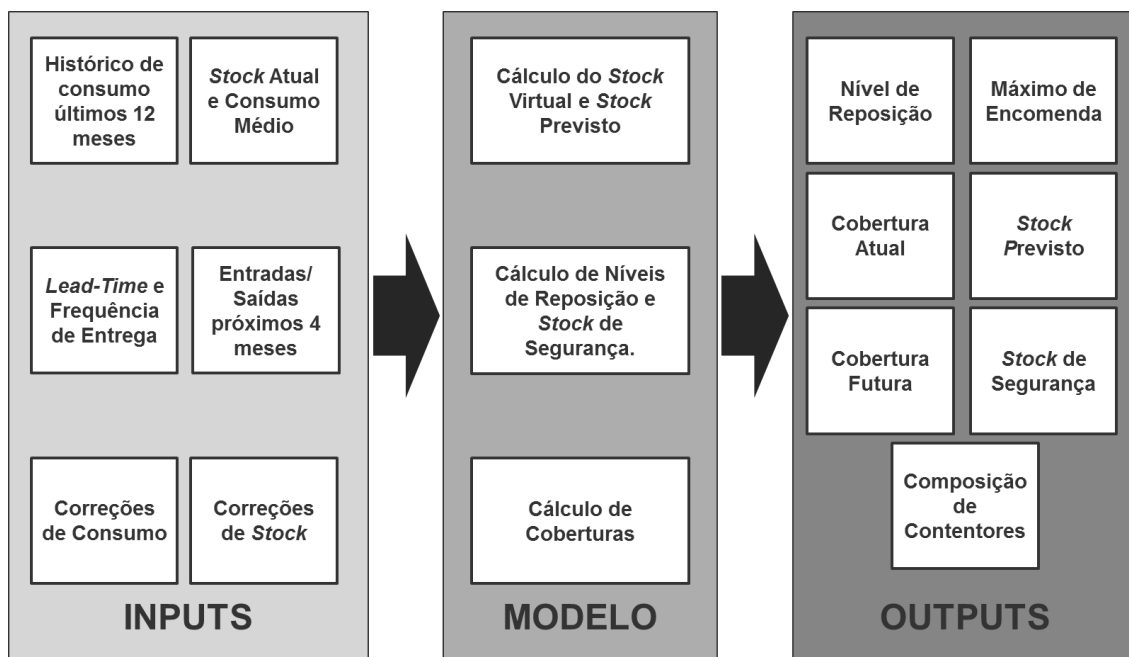


Figura 14: Esquematização do funcionamento do algoritmo

Para ilustrar o funcionamento do algoritmo, de seguida apresenta-se o caso específico do artigo 14441. Esta referência tem um *stock* atual de 1180 unidades e as vendas mensais, que correspondem a encomendas firmes, são de 441.4 unidades. O *lead-time* de entrega do fornecedor, representado nas equações como LT, é de 3 meses e a cobertura objetivo é de 2 meses. O valor atual de encomendas ao fornecedor é de 0 artigos.

O consumo previsto, equação (3.2), tem como base a soma do consumo durante o *lead-time* de entrega do fornecedor que, no caso do artigo em estudo corresponde a 3 meses, e a variação no consumo. A variação de consumo é a diferença de consumos global, com base numa previsão do mercado. No caso em análise, considerou-se uma redução de 40% face às encomendas de 2016. No cálculo do consumo, equação (3.1), considera-se o maior valor entre as novas encomendas e a média do consumo mensal, com base nos últimos 6 meses.

$$\text{Consumo} = \text{MAX}[\sum(\text{Consumo atual durante LT}; \text{Histórico consumo mensal})] \quad (3.1)$$

$$\text{Consumo Previsto} = \text{Consumo} + \Delta\text{Consumo} = (441.4 * 3) + (-0.4) * (441.4 * 3) = 795 \quad (3.2)$$

O consumo médio, equação (3.3), distribui a previsão do consumo pelo *lead-time* de entrega do fornecedor, uma vez que, enquanto a situação inicial da empresa considerava o consumo previsto como base de análise, a situação proposta considera o consumo médio, que depende da frequência de entrega.

$$\text{Consumo Médio} = \frac{\text{Consumo Previsto}}{\text{LT}} = \frac{795}{3} = 265 \quad (3.3)$$

O *stock* virtual, equação (3.4), é o somatório entre o *stock* físico, com base nos dados obtidos do sistema, e as encomendas previstas a fornecedores que, no caso do artigo em análise, é nula.

$$\text{Stock Virtual} = \text{Stock Físico} + \text{Encomendas Previstas} \quad (3.4)$$

O *stock* previsto, equação (3.5), corresponde à previsão durante o mês em análise, e tem como base a diferença entre o *stock* virtual, obtido pela equação (3.4) e o consumo previsto, obtido pela equação (3.2).

$$\text{Stock Previsto} = \text{Stock Virtual} - \text{Consumo Previsto} = (1180 + 0) - 795 = 385 \quad (3.5)$$

A quantidade a encomendar de cada artigo corresponde, então, à diferença entre o *stock* objetivo, que equivale ao consumo previsto, e o *stock* previsto para o mês em estudo. Desta forma, obtém-se o valor a encomendar para um determinado mês, equação (3.6).

$$\text{Encomenda} = \text{Stock Objetivo} - \text{Stock Previsto} = 795 - 385 = 410 \quad (3.6)$$

As coberturas correspondem à disponibilidade do *stock* face às necessidades da fábrica. Deste modo, a cobertura atual, equação (3.7), analisa a disponibilidade do *stock* físico com base no histórico de consumo da fábrica o que, para o artigo em estudo, equivale a 2.7 meses.

$$\text{Cobertura Atual} = \frac{\text{Stock Físico}}{\text{Consumo Atual}} = \frac{1180}{441} = 2.7 \quad (3.7)$$

Já no caso da cobertura futura, equação (3.8), considera-se o consumo previsto para o mês em curso, sendo a base o *stock* previsto. Neste caso, a disponibilidade das referências é de apenas 0.9 meses.

$$\text{Cobertura Futura} = \frac{\text{Stock Previsto}}{\text{Consumo Atual}} = \frac{385}{441} = 0.9 \quad (3.8)$$

O nível de reposição, equação (3.9), corresponde ao nível de *stock* a partir do qual se propõe uma encomenda. Este valor tem como base o consumo durante o *lead-time* de entrega, bem como o *stock* de segurança.

$$\text{Nível de Reposição} = \text{Consumo} + \text{Stock Segurança} = 1324 + 925 = 2249 \quad (3.9)$$

O valor máximo da encomenda, equação (3.10), corresponde ao somatório do nível de reposição com o consumo mensal.

$$\text{Máximo de Encomenda} = \frac{\text{Consumo}}{LT} + NR = \frac{1324}{3} + 2249 = 2691 \quad (3.10)$$

O algoritmo propõe, então, as referências a encomendar – quantidade e nível máximo – o nível de reposição, as coberturas, e ainda uma estimativa do *stock* de segurança. Com esta ferramenta pretende-se que a informação seja facilmente acedida. Para tal, recorreu-se à sua representação através de um *dashboard*, conforme demonstra a Figura 15.

Na Figura 15 apresenta-se a síntese do que foi descrito anteriormente para o artigo 14441. Para cada artigo, são conjugados o estado atual da referência em armazém, com as previsões de consumo da fábrica.

Os parâmetros apresentados neste documento são o *input* para a proposta de composição dos contentores, uma outra componente do algoritmo que visa eliminar o processo iterativo de composição de contentor, algo que não acrescenta valor ao processo e que requer uma análise cuidada por parte do departamento de compras.

O algoritmo para composição de contentores é um algoritmo *greedy* que se caracteriza por decompor a solução do problema num conjunto de etapas. Este algoritmo propõe em cada etapa uma solução ótima, com o objetivo de, num curto espaço de tempo, apresentar uma decisão satisfatória para o problema. Esta abordagem, apesar de apresentar o ótimo local para cada instante, não assegura que, no fim do processo, seja alcançado o ótimo global.

Figura 15: *Dashboard* para a análise dos consumos

Um contentor pode ser composto de duas formas: por uma única referência ou por várias referências. No caso de a quantidade encomendada de uma referência ser suficiente para constituir um contentor, o algoritmo propõe a ocupação apenas com essa referência. Já no caso de não ser possível compor um contentor com uma única referência, o algoritmo propõe múltiplos artigos para o constituir. Esta proposta foca-se na maximização do peso bem como do espaço ocupado pela matéria-prima. Neste caso, após uma análise dos artigos a encomendar e respetivas quantidades, o algoritmo propõe uma constituição, otimizando a ocupação do contentor. No caso de, no final do processo, o contentor continuar com pouca ocupação, o departamento de compras pode optar por adiar a data da encomenda, ou então o algoritmo seleciona a referência com maior volume de vendas e aumenta a quantidade a encomendar dessa referência, de forma a aumentar a ocupação do contentor, rentabilizando assim a compra.

O algoritmo desenvolvido apresenta, ao departamento de compras, uma proposta das referências a encomendar, respetivas quantidades e composição dos contentores. No entanto, e devido ao facto de existirem especificações não consideradas pelo algoritmo, este permite ao utilizador a alteração de parâmetros como é o caso das necessidades reais e do *stock* físico antes de proceder à encomenda final.

A melhoria do planeamento na Amorim Revestimentos centrou-se no desenvolvimento de um algoritmo que tem como base a alteração do método de encomenda, focada agora na frequência de entrega do fornecedor, tendo permitido também a otimização da composição dos contentores. O algoritmo proposto reúne um conjunto de ficheiros com dados obtidos através do sistema ERP. A implementação deste algoritmo permitiu uma redução de 14 dias de *stock*, o que equivale aproximadamente a 750 000€, e permite também uma redução no tempo para formação de contentores e uma gestão visual dos *stocks*.

Etapa 2: SMED

A redução do tempo de *setup* é essencial na Amorim Revestimentos, uma vez que, dado o elevado número de referências de que dispõe, a duração do processo de mudança de ferramenta é crítica para a redução do *lead-time* de produção.

Numa fase inicial, selecionou-se uma linha piloto para aplicar o SMED, sendo que depois de destacadas as lições aprendidas, este será desdobrado para outras linhas. Conforme exposto na secção 3.2.1., a linha selecionada foi o Corte Final 5 (CF5), da secção Acabamentos Finais 3 (AF3), uma vez que é uma linha com uma elevada taxa de ocupação, onde uma paragem para *setup* tem um grande impacto no processo produtivo. A linha CF5, realizou 277 *setups* ao

longo de 2016, com uma duração média de 43 minutos, o que equivale a 9% do turno de produção. Esta linha realiza diferentes tipos de *setup* consoante as referências em produção, o que requer uma elevada organização do processo e uma definição clara das etapas. Atualmente, a linha trabalha com quatro operadores, pelo que as tarefas estão distribuídas pelos quatro. O processo é constituído por cinco etapas: observar o processo de mudança atual; identificar e separar operações externas de operações internas; converter operações internas em operações externas; otimizar as operações internas; e otimizar as operações externas.

1. Mapeamento do processo atual

Esta etapa foi composta pela filmagem e análise de um *setup* de forma a perceber as principais tarefas inerentes ao processo e a respetiva duração. Desta análise destaca-se a ausência de *standard* da operação, falta de nivelamento das tarefas entre colaboradores, tarefas externas desempenhadas com a máquina parada, desperdício de movimentação e espera dos operadores, e ainda dificuldade nas tarefas de afinação e limpeza.

2. Identificar e separar operações externas de operações internas

Depois de mapeado o processo atual e de identificados os tempos de execução de cada tarefa, foram identificadas as tarefas passíveis de serem realizadas com a máquina em funcionamento e aquelas que requerem a paragem do equipamento. Esta análise foi feita em conjunto com os operadores da linha, sendo que o resultado destas duas primeiras etapas do SMED se encontra representado no Anexo D. Para o *setup* em análise, que teve uma duração de 2577 minutos, 18% do tempo de *setup* corresponde a tarefas externas, pelo que podem ser realizadas com a linha em funcionamento.

3. Converter operações internas em operações externas

A conversão de tarefas internas em tarefas externas tem como objetivo iniciar a preparação do *setup* ainda com a linha em produção. Desta forma, o final do processo produtivo é assegurado por dois operadores, enquanto os restantes dois iniciam a preparação do material e ferramentas para o *setup*. No caso particular desta linha, é uma etapa importante uma vez que o elevado número de operadores permite o trabalho paralelo, algo que em linhas com dois operadores nem sempre é viável. Esta etapa pretende também reunir tarefas a realizar já com a produção seguinte em curso, ou seja, após a paragem da linha.

4. Otimizar as operações internas

Após a distinção entre tarefas e minimização das tarefas internas, a normalização das atividades que requerem a paragem da máquina traduziu-se numa redução significativa dos tempos de *setup*. As exceções residem na afinação para produção de ArtConfot e DecorVinyl, que continuavam a apresentar uma elevada duração. Deste modo, realizou-se um diagrama de *Ishikawa* para analisar as causas dos valores elevados de afinação, Figura 16.



Figura 16: Diagrama de *Ishikawa* para análise do problema de afinação de fresas

A Figura 16 evidencia problemas e propõe soluções para as dificuldades encontradas durante a implementação do SMED na linha CF5. A dimensão reduzida das fresas, as condições de temperatura tanto da fábrica como do produto, a densidade e qualidade das bases a cortar, o método de afinação e a falta de formação dos operadores são alguns problemas que a equipa destacou por poderem ter impacto na resolução do problema.

Do mesmo modo, a opção por fresas de maior dimensão, a uniformização da temperatura do produto, o aumento da espessura das bases, a análise estruturada da qualidade das bases, a definição do procedimento de afinação e a formalização de ações de formação nos diferentes turnos, são sugestões de soluções para otimizar o processo de afinação das fresas.

Durante a realização da dissertação, estas melhorias não foram implementadas pelo que não contribuem para a redução do tempo de *setup*.

5. Otimizar as operações externas

A otimização das tarefas externas compreende diferentes etapas como a construção de um *kit* de *setup*, a concentração de todo o material próximo do operador, a definição de locais para as ferramentas, bem como a consolidação do modo operatório.

De forma a otimizar o processo de troca de ferramenta, elaborou-se um quadro, ver Anexo E, onde se apresenta o *layout* da linha, a movimentação de cada operador, bem como a descrição das principais tarefas alocadas a cada um.

A implementação do SMED na linha CF5 permitiu a redução do tempo de *setup*, representada na Figura 17. Os dados são obtidos através do sistema ERP na empresa, depois das alterações efetuadas no modo operatório.

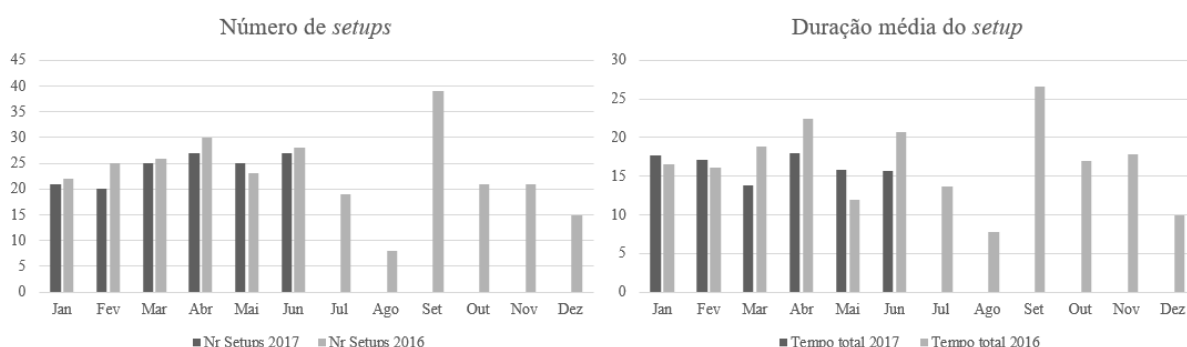


Figura 17: Quantidade (esquerda) e duração média (direita) dos *setups* na linha Corte Final 5

A Figura 17 demonstra que o número de *setups* no ano 2017, quando comparado com o período homólogo de 2016, sofreu um aumento de 1%. Já no caso da duração média dos *setups* conclui-se que, desde o início do SMED, sofreu uma redução de 17%, quando comparada com 2016. Apesar de a duração do *setup* estar a diminuir, a linha produtiva ainda necessita de continuar a melhorar o método produtivo, uma vez que a duração atual do *setup* é de 40 minutos (valor médio considerando os diferentes tipos de *setup* e a respetiva frequência) e o objetivo proposto inicialmente foi de 30 minutos.

A evolução dos *setups* desde o início da implementação do SMED está representada na Figura 18.

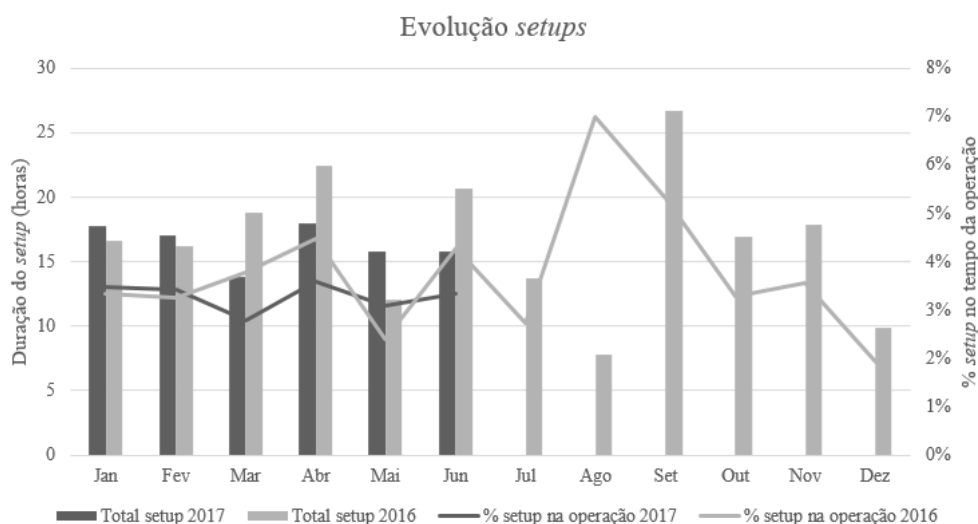


Figura 18: Evolução dos *setups* na linha Corte Final 5

A Figura 18 demonstra a representatividade dos *setups* no tempo de produção da linha, em comparação com o período homólogo de 2016. Desde o início de 2017, a duração total dos *setups* diminuiu, sendo possível identificar também uma tendência decrescente no que refere à ocupação do *setup* no tempo de produção. No entanto, é necessário acompanhar a evolução dos dados, na medida em que o objetivo ainda não foi atingido.

O tempo de *setup* é um parâmetro representativo no cálculo da disponibilidade do indicador OEE. Com a implementação do SMED verifica-se uma redução de 17% no tempo de *setup* da linha, que se traduziu num aumento de 1% do parâmetro disponibilidade do OEE e consequentemente, num aumento de 1% do OEE da linha Corte Final 5.

Etapas 3: Auditoria Kamishibai

A auditoria *Kamishibai* implementada na Amorim Revestimentos é constituída por um *Gemba Walk* (visita ao terreno) da direção da empresa, onde é verificado o cumprimento das normas das reuniões de Kaizen Diário. Estas reuniões são suportadas por quadros de equipa – quadros de Kaizen Diário, Anexo F – compostos por um conjunto de indicadores com objetivos definidos. O grande benefício desta dinâmica é o aumento da autonomia das equipas para análise da sua performance diária, realçando os pontos que impediram uma produção contínua, impedindo consequentemente o alcance dos objetivos de produtividade definidos. Após o registo das ocorrências que dificultaram a performance do turno, pretende-se que as equipas sejam capazes de propor melhorias para a linha e para o processo produtivo, favorecendo o seu desempenho.

O *Gemba Walk* da administração tem como objetivo aferir, junto das equipas, o seu rendimento e potenciais desvios do objetivo. É também um mecanismo que agiliza a resolução de ações de melhoria que necessitem de um tratamento ao nível da gestão de topo. Para tal, a gestão de topo preenche um cartão *Kamishibai* por cada linha a analisar, de acordo com a norma descrita no Anexo G.

Com estas auditorias, pretende-se motivar as equipas pelo facto de a gestão de topo demonstrar interesse no seu desempenho e nas melhorias que propõem para a linha. Por outro lado, a gestão de topo contacta com a realidade da produção, reduzindo o distanciamento entre as várias camadas hierárquicas da empresa e aumentando o foco global na melhoria contínua.

Nesta fase inicial, as auditorias da administração não têm impacto direto na produtividade da linha, contribuindo, contudo, para o empenho dos seus colaboradores no alcance de resultados.

3.1.4 Conclusão

O processo de implementação do *lean* na Amorim Revestimentos contribuiu para uma melhoria do desempenho da cadeia de abastecimento, nomeadamente ao nível do *lead-time* do processo produtivo.

O desenvolvimento do algoritmo de reposição de *stocks* permitiu a redução do *stock* de matéria-prima, bem como a diminuição do desperdício nas tarefas desempenhadas pelo departamento de compras. O SMED contribuiu para a redução do tempo de mudança, contudo o objetivo inicial de 30 minutos ainda não foi atingido. Por último, o *Kamishibai* contribuiu, conforme esperado, para um maior empenho dos colaboradores no processo de melhoria contínua. No entanto, o facto de ser exigir a mudança cultural da empresa, faz com que seja um processo demorado.

Em suma, importa referir que nem todos os projetos atingiram os objetivos propostos, nomeadamente o SMED, o que não é um fator crítico, na medida em que o projeto na Amorim Revestimentos ainda se encontra em curso.

3.2 Empresa A

A análise da Empresa A segue uma estrutura idêntica à realizada para a Amorim Revestimentos. Inicialmente, é apresentado o processo produtivo da empresa e as principais operações que acrescentam valor na cadeia de abastecimento. De seguida, são identificados os principais problemas da empresa. E por último, apresentam-se as ferramentas implementadas ao longo do projeto para resolução desses problemas.

3.2.1 Processo Produtivo

A análise do estado inicial da Empresa A foca-se na identificação e quantificação das tarefas que acrescentam valor. Deste modo, mapeou-se o fluxo do material desde que está em *stock* de matéria-prima (MP) até entrar no armazém de produto acabado (APA). As principais tarefas de valor acrescentado desta empresa, descritas de seguida, são: estampagem, soldadura e montagem.

Estampagem

Dado que a Empresa A atua no setor metalomecânico, a estampagem é uma atividade crítica. Para esta atividade, a empresa dispõe de dois tipos de equipamentos: Prensas Convencionais e Prensas Progressivas. Estas últimas dividem-se em dois grupos consoante a dimensão, inferior a 250 ton e igual ou superior a 250 ton.

O processo consiste na transformação da matéria-prima, rolo de chapa, em peças através de sucessivas operações de estampagem no material.

Soldadura

A soldadura é uma operação que une dois materiais num ponto específico, pela criação de uma ponte (cordão de soldadura) entre as superfícies dos dois materiais. A Empresa A usa soldadura por fusão para porcas e parafusos, e soldadura por pontos para chapa sobre chapa. O processo de soldadura na empresa é tanto robotizado como manual.

Montagem

A Empresa A tem linhas de montagem destinadas a juntar componentes provenientes da estampagem, da soldadura e ainda da pintura. As linhas de montagem são contínuas e flexíveis, podendo produzir qualquer referência.

Considerando as principais operações da Empresa A, o fluxo de material pode seguir quatro alternativas distintas, consoante as referências a produzir (ver Figura 19):

1. **Prensas – APA:** no caso de peças unicamente estampadas que seguem diretamente para expedição;
2. **Prensas – Soldadura – APA:** quando as peças depois de estampadas, são soldadas e depois disso expedidas para o cliente final;
3. **Prensas – Montagem – APA:** quando depois de estampados, os componentes são montados, dando origem ao produto final a entregar ao cliente;
4. **Prensas – Soldadura – Pintura – Montagem – APA:** este é o fluxo mais longo que as peças podem seguir até serem entregues ao cliente final. Neste caso, é de destacar que a pintura não é efetuada nas instalações da empresa, recorrendo-se, portanto, a um fornecedor externo para realizar essa tarefa.

Inicialmente, a Empresa A apresentava uma elevada percentagem de atividades que não acrescentavam valor ao processo e pelas quais o cliente não estava disposto a pagar. Como se observa na Figura 19, o mapeamento da cadeia de abastecimento realça uma elevada quantidade de operações de transporte, utilizando diferentes meios durante a mesma operação. Verifica-se ainda a existência de stock intermédio antes e após cada operação de valor acrescentado. O *lead-time* de cada fluxo da Empresa A é representado na Tabela 6.

Tabela 6: *Lead-time* das operações por fluxo

	Prensas	Soldadura	Muro Qualidade	Embala- mento	Pintura	Monta- gem	APA	Total
Fluxo 1	0.2	-	-	0	0.3	-	7	7.7 ¹
Fluxo 2	1.5	9.2	1.2	0.2	-	-	9	21.1
Fluxo 3	0	-	-	0	1	9	6.9	16.9
Fluxo 4	0	4	0	-	11	0	8	23

A Tabela 6 apresenta o *lead-time* das atividades inerentes a cada fluxo. Analisando os dados representados, destaca-se o elevado número de dias que os componentes ficam em *stock* antes de serem expedidos, bem como o *lead-time* do processo de soldadura. Conforme referido anteriormente, também o processo de pintura apresenta uma elevada duração devido ao facto de se recorrer a uma entidade externa para o executar, processo que não será analisado na dissertação por estar fora do âmbito do projeto.

Após analisado o estado inicial da Empresa A, fez-se uma análise das causas raiz dos problemas, de forma a estruturar as ferramentas mais adequadas ao processo de implementação.

¹ O *lead-time* do Fluxo 1 considera também 0.2 dias inerentes ao processo de desengorduramento.

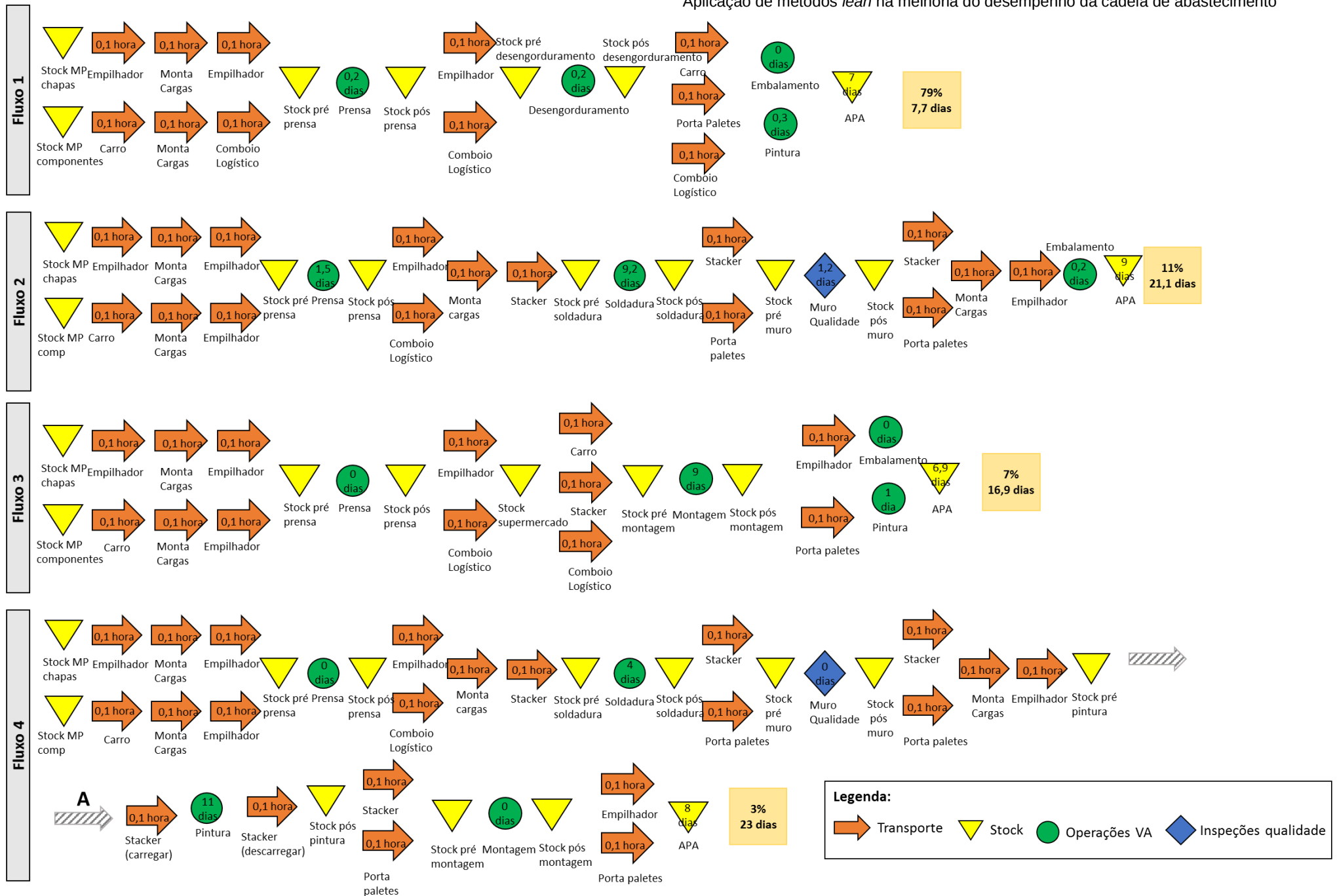


Figura 19: Mapeamento do estado atual do fluxo de material na Empresa A

3.2.2 Problemas identificados

Os problemas críticos da Empresa A são o elevado *lead-time* da produção aliado a uma baixa produtividade, com impacto direto no planeamento da fábrica, como traduz o Diagrama de Ishikawa representado na Figura 20.

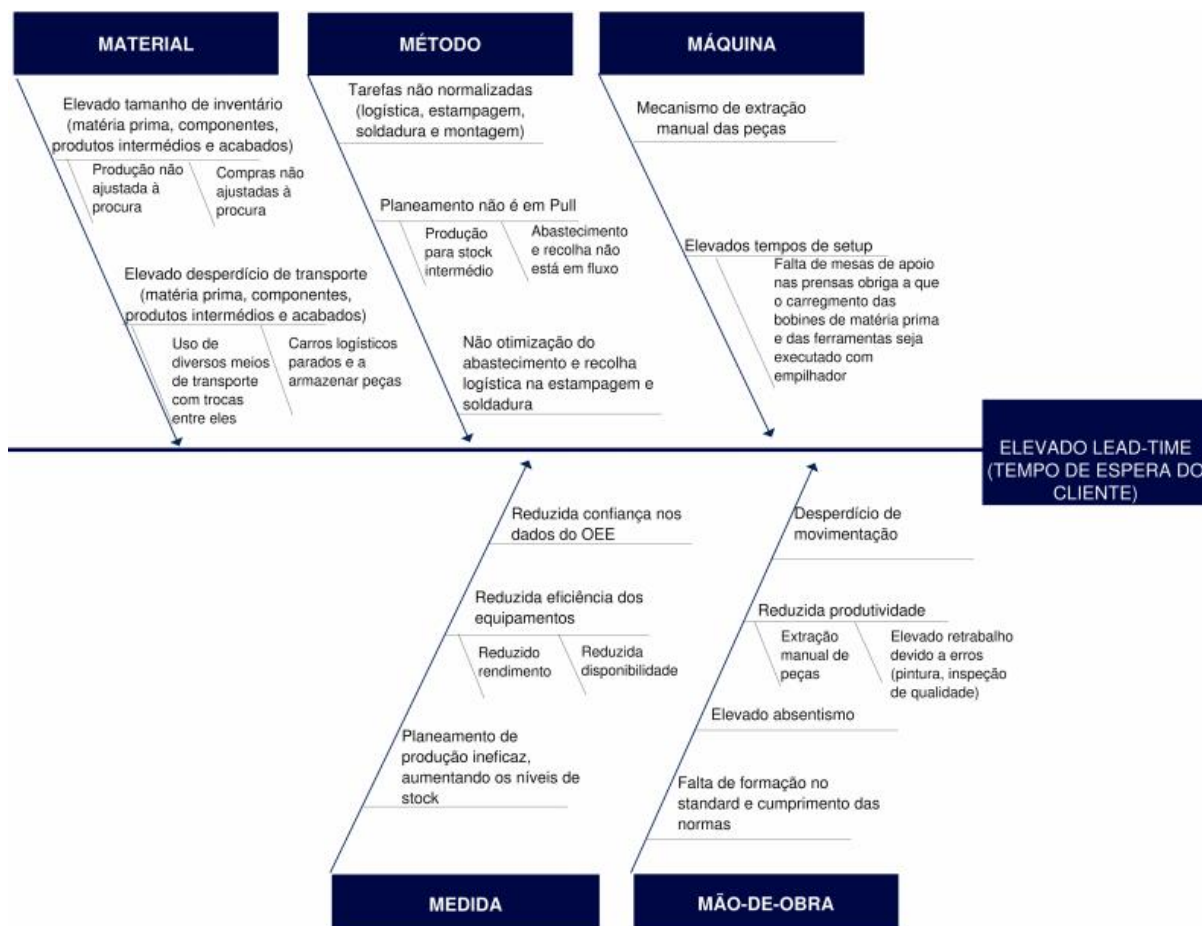


Figura 20: Diagrama de Ishikawa para análise do elevado *lead-time* da Empresa A

A Figura 20 retrata o resultado de um levantamento dos principais desperdícios e problemas realizado em conjunto com a equipa no terreno. A baixa produtividade associada aos elevados tempos de *setup* e reduzida eficiência dos equipamentos refletem os principais problemas identificados, que contribuíram para a definição do âmbito do projeto – redução do *lead-time*.

O processo de estampagem, nomeadamente o fluxo dos materiais e o sequenciamento das tarefas não está otimizado, originando elevados tempos de espera do operador e paragem consequente da máquina por falta de matéria-prima. Para além disso, a falta de sequenciamento do plano de trabalho compromete o plano de produção, o serviço ao cliente e origina retrabalho. A eficiência dos equipamentos é um fator crítico para a produtividade da empresa, sendo que 97% das causas de paragem se devem a manutenção e avaria tanto da ferramenta como do próprio equipamento.

Uma outra realidade da empresa é o excesso de produção para *stock*, que se traduz em necessidade de espaço para armazenar componentes e, num elevado investimento em matérias-primas. Esta realidade implica também um retorno do investimento mais lento, uma vez que o tempo que medeia entre a compra da matéria-prima e a venda da encomenda é elevado, reduzindo assim o capital circulante, numa fase em que o crescimento é vital para a sustentabilidade da empresa. De seguida, são analisados com mais detalhe o planeamento e a

eficiência dos equipamentos, dois fatores críticos com impacto no *lead-time* do processo produtivo.

Planeamento Push

O planeamento da Empresa A funcionava totalmente em *push*. Este recebia diariamente as previsões e os pedidos dos clientes integrando-os no sistema *Material Requirement Planning* (MRP) da empresa. Este sistema despoletava atualizações da caixa de nivelamento para a expedição e das necessidades de matéria-prima e unidades de embalagem.

As atualizações da caixa de nivelamento podiam ser de dois tipos: ordem de produção urgente, no caso do APA não ter as quantidades necessárias para expedição; ou ordem de produção normal, no caso da diferença entre a quantidade necessária e os *stocks* de produto existentes ser inferior ao *stock* de segurança, esta ordem de produção era lançada para repor os níveis de material. O fluxo produtivo seguia então o percurso definido (ver Figura 19) desde o transporte da matéria-prima para o *stock* de pré-estampagem até ao transporte do produto acabado para o APA. Na situação inicial, todas as operações da empresa possuíam *stocks* antes e depois das mesmas. O transporte dos componentes para a operação seguinte era despoletado pelos operadores assim que se atingia uma quantidade previamente definida, causando um *lead-time* elevado devido à permanência de componentes, matéria-prima e peças nos *stocks* intermédios. O *stock* intermédio contribuía para aumentar o volume de *stock* da fábrica.

De forma a diminuir tanto os *stocks* intermédios ao longo da cadeia de abastecimento, como o *lead-time* do processo produtivo, reformulou-se o método de planeamento da Empresa A, apresentado na secção 3.2.3.

Overall Equipment Efficiency

A Empresa A tem em funcionamento 20 prensas de estampagem, destas 7 são convencionais e 13 progressivas, e ainda 14 equipamentos de soldadura. Para analisar a produtividade destes equipamentos utiliza-se o indicador OEE, que é medido diariamente para cada máquina, permitindo identificar e categorizar os tipos de desperdício e áreas de melhoria. A Figura 21 apresenta os valores do OEE para as prensas e equipamentos de soldadura dos últimos seis meses.

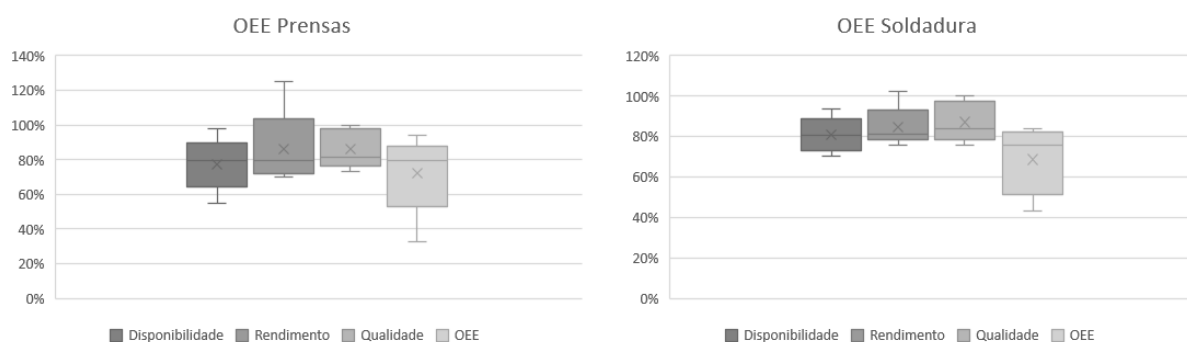


Figura 21: Dados do OEE das prensas e equipamentos de soldadura

De acordo com a análise do OEE da Figura 21, destacam-se dois aspetos: relativamente ao valor médio da eficiência dos equipamentos, conclui-se que estes apresentam uma eficiência média superior a 50%, ainda que evidenciando variabilidade entre os resultados obtidos; em relação aos valores máximos, que não devem exceder os 100%, tanto no rendimento das prensas como nos equipamentos de soldadura, registaram-se valores superiores àquele limite.

O método de cálculo do OEE apresentava assim algumas incorreções: os valores máximos eram superiores a 100%, o fator rendimento considerava a velocidade média do equipamento e não a sua cadência máxima, o que incluía algumas paragens, e o fator disponibilidade

descontava inatividades do processo produtivo. Foi então proposta uma nova fórmula de cálculo para o indicador, que traduz as dificuldades e a eficiência real dos equipamentos. O Anexo B apresenta a dedução da nova fórmula de cálculo do indicador.

Os novos valores de OEE calculados para os vários equipamentos estão representados na Figura 22, sendo que o detalhe dos novos dados se apresenta no Anexo H.

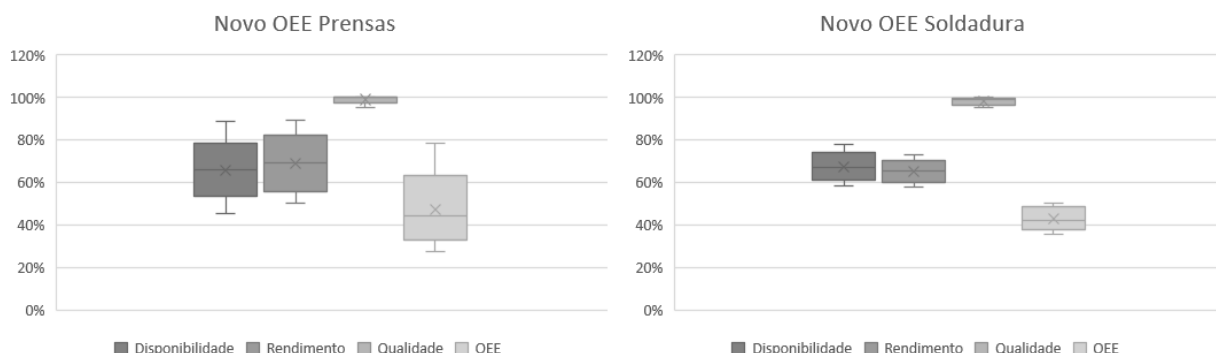


Figura 22: Dados novo OEE das prensas e equipamentos de soldadura

De acordo com a Figura 22, o valor médio do novo OEE nas prensas é de 45,2% e nos equipamentos de soldadura é de 43,0%. A Figura 22 demonstra que a reformulação do método de cálculo permitiu eliminar os parâmetros do rendimento superiores a 100%. Além disso, a alteração no cálculo da disponibilidade traduziu-se numa redução dos valores deste parâmetro. Conclui-se assim que a redução dos valores do novo OEE se deve aos fatores disponibilidade e rendimento. A redução do tempo de *setup* é uma medida que se vai refletir num aumento do parâmetro disponibilidade e, consequentemente, do OEE. Por ser um fator crítico da disponibilidade do equipamento, o tempo de *setup* é analisado de seguida.

Tempo de *setup*

Os dados dos tempos de *setup* recolhidos junto das várias prensas e equipamentos de soldadura existentes na Empresa A foram agrupados na Tabela 7, onde estão representados a quantidade de *setups*, bem como a respetiva duração média para cada grupo de equipamentos.

Tabela 7: Quantidade e duração média dos *setups* por grupo de equipamentos

Grupos de equipamentos	Nº equipamentos	Nº <i>setups</i>	Duração média (min)	% <i>setups</i> tempo total produção
Prensas progressivas > 250 ton	4	92	95	3%
Prensas progressivas ≤ 250 ton	9	365	87	10%
Prensas convencionais	7	258	53	5%
Equipamentos de soldadura	14	274	41	6%
Total		989	66	6%

De acordo com os dados da Tabela 7, durante o mês em análise (22 dias úteis) foram realizadas 989 operações de mudança de ferramenta, com uma duração média de 66 minutos. No geral, o tempo de *setup* corresponde a 6% do tempo de produção da Empresa A. Os equipamentos dividiram-se em quatro grupos distintos dada a sua dimensão e, consequente, complexidade do processo de troca de ferramenta. Os grupos apresentam-se numa ordem decrescente de dimensão e também de duração média do *setup*, pelo que se conclui que a dimensão da ferramenta é um fator relevante na duração do *setup*.

Para controlar e diminuir o tempo de *setup*, selecionou um equipamento piloto de cada grupo, onde se implementou o SMED, uma metodologia específica para diminuir o tempo de mudança, descrita na secção 3.2.3.

3.2.3 Ferramentas implementadas

Nesta seção apresentam-se as metodologias implementadas na Empresa A, tendo em conta os problemas identificados na secção 3.2.2. A implementação de melhorias dividiu-se em três etapas distintas, duas delas consecutivas e uma transversal a todo o processo. As etapas implementadas são as seguintes:

1. Implementação de um planeamento *Push-Pull*

Esta etapa inicia-se com a introdução de um sistema *Kanban* para coordenar o abastecimento e recolha da matéria-prima, componentes, produto intermédio e produto acabado, reduzindo os níveis de *stock* e *lead-times*. Posteriormente, introduziram-se caixas de construção do lote, de forma a balancear a atividade produtiva dos equipamentos.

2. Realização de SMED nos equipamentos

O objetivo desta etapa é diminuir a duração dos *setups*. Em primeiro lugar, selecionou-se um equipamento piloto por cada grupo de máquinas. Após a concretização dos quatro pilotos, desdobram-se as lições aprendidas aos restantes equipamentos da empresa.

3. Implementação de *Gemba Walks* com metodologia *Kamishibai*

Esta última etapa, transversal a todo o processo de implementação, tem como objetivo envolver as várias camadas da organização no processo de melhoria contínua, motivando os operadores na melhoria dos resultados.

Etapas 1: Planeamento Push-Pull

O novo método de planeamento da Empresa A, após reformulação, introduziu o sistema *pull*. No entanto, dado que foi necessário manter os *stocks* de matéria-prima e produto acabado, bem como as ordens de produção urgentes, o sistema *push* inerente a estes processos também se manteve. A diferença deste método para o anterior reside na aplicação de um sistema *kanban* para eliminação dos *stocks* intermédios. Antes de serem lançadas as ordens de fabrico da produção, é feita uma análise ao consumo das diferentes referências e ao *stock* atual de produto acabado, calculando-se o *stock* futuro, resultante da diferença entre o valor atual e as vendas. No caso de a diferença entre a quantidade necessária para expedição e o *stock* existente ser inferior ao *stock* de segurança, é lançado um *kanban* para a operação anterior. Este processo repete-se, sempre que seja necessário material da operação anterior. Esta ferramenta permite otimizar a gestão dos supermercados, proporcionando à produção o ajuste do tamanho do lote, bem como das necessidades de matéria-prima e de unidades de embalagem.

Esta alteração no método de planeamento que passou de um sistema *push* para um modelo híbrido *push-pull*, originou três grandes melhorias: diminuição do desperdício de excesso de produção, diminuição do desperdício de espera com a redução dos *lead-times*, e ainda diminuição do desperdício de inventário pela eliminação dos *stocks* intermédios.

Associada a este novo método de planeamento, está a introdução de caixas de construção de lote para o nivelamento das linhas produtivas.

Nivelamento

A introdução de caixas de planeamento e controlo da produção tem como objetivo o balanceamento dos equipamentos. Inicialmente, aquando da introdução de uma nova ordem de fabrico, o sequenciamento da produção fazia-se com o envio da matéria-prima para a prensa que apresentasse disponibilidade na capacidade produtiva, sendo que a matéria-prima que estivesse há mais tempo em espera, era a primeira a ser produzida, numa lógica de *First*

In, Firsto Out (FIFO). Atualmente, o balanceamento das linhas produtivas das prensas, da soldadura e também das linhas de montagem faz-se através de caixas de construção de lote.

Desde então, a atividade do comboio logístico inclui a tarefa de deixar na caixa de construção de lote o *kanban* de produção, de acordo com o plano de produção criado pelo planeamento da empresa. Esta alteração permitiu uma maior rapidez de reação a mudanças diárias na procura.



Figura 24: Caixa de nivelamento da produção



Figura 23: Sequenciamento da produção

Na Figura 24 está representada a caixa de construção de lote dos equipamentos de soldadura. No eixo horizontal está a sequência de horas de trabalho diário e no eixo vertical apresentam-se os equipamentos de soldadura. A alocação de ordens de fabrico às respectivas máquinas considera a capacidade disponível dos equipamentos, a quantidade a produzir para cada referência, bem como o tempo de produção da ordem de fabrico.

No caso das prensas, de modo a facilitar a preparação do material, em cada máquina está visível a sequência de ordens de produção, como mostra a Figura 23. Neste caso, as ordens de fabrico são colocadas pela respetiva ordem de produção. O objetivo é que durante a produção de uma determinada ordem, as referências seguintes sejam preparadas ao nível da matéria-prima, embalagem e ferramenta. Esta alteração permite não só orientar a logística interna, como também diminuir os tempos de espera por matéria-prima ou pela ferramenta para que seja iniciado o *setup*.

Os efeitos do planeamento *push-pull* estão quantificados na Tabela 8. Os dados foram recolhidos um mês após a conclusão do processo de implementação.

Tabela 8: Valores revistos do *lead-time* das operações por fluxo

	Prensas	Soldadura	Muro Qualidade	Embala- mento	Pintura	Monta- gem	APA	Total
Fluxo 1	0.1	-	-	0	0	-	7	7.3 ²
Fluxo 2	0.3	0.5	0.2	0	-	-	9	10
Fluxo 3	0	-	-	0	0	2.1	6.9	9
Fluxo 4	0	0.5	0	-	0	0	8	8.5

² O *lead-time* do Fluxo 1 considera também 0.2 dias inerentes ao processo de desengorduramento.

Através da Tabela 8 verifica-se que o *lead-time* da Empresa A, em comparação com os dados iniciais apresentados na Tabela 6 da secção 3.2.1., diminuiu 5,2% no Fluxo 1, 52,6% no Fluxo 2, 46,7% no Fluxo 3 e 63% no Fluxo 4.

Uma outra metodologia para redução do *lead-time* do processo produtivo relaciona-se com a diminuição do tempo de *setup*, apresentado de seguida.

Etapa 2: SMED

Um dos desperdícios identificados na secção 3.2.2. foi o elevado tempo na troca de ferramenta, pelo que se implementou o SMED visando diminuir a duração dos *setups*. Considerando o elevado número de equipamentos de que a Empresa A dispõe, optou-se por dividir a implementação em dois períodos: inicialmente selecionou-se um equipamento piloto para cada tipo de máquina, perfazendo um total de quatro pilotos, sendo que, posteriormente, se desdobrou a metodologia para os restantes equipamentos. Os equipamentos pilotos onde foi realizado SMED foram as prensas progressivas 151 e 328, representando os grupos inferior a 250 ton e superior a 250 ton, respetivamente; a prensa convencional 171 e a máquina de soldadura 013.

O SMED constitui-se como um procedimento para redução do tempo de *setup*. O conceito assenta na distinção entre tarefas externas e internas, como as tarefas que podem ser executadas com o equipamento em funcionamento e aquelas que requerem a paragem da máquina, respetivamente. As etapas do processo são descritas de seguida:

1. Observar o processo de mudança atual;
2. Identificar e separar operações externas de operações internas;
3. Converter operações internas em operações externas;
4. Otimizar as operações internas;
5. Otimizar as operações externas;

A implementação do SMED permitiu uma redução do tamanho de lote, tornando económicas séries produtivas mais curtas, o que permite reduzir os *stocks* e melhorar o serviço ao cliente ao nível do *lead-time* e da qualidade. Esta metodologia permite também aumentar a capacidade real das máquinas, reduzindo a necessidade de investimento para aumentar a produção.

No presente projeto, as etapas da implementação são analisadas e descritas para a prensa progressiva 328, sendo que os restantes equipamentos foram alvo de processos semelhantes.

1. Mapeamento da situação inicial

A análise da situação inicial foi uma etapa essencial, uma vez que a empresa não dispunha de dados nem análises relativas ao processo de *setup*. A não sistematização do método fazia com que a variabilidade associada ao processo fosse elevada. É de referir que, por motivos de segurança e ergonomia, a mudança de ferramenta é realizada por dois operadores em simultâneo: aquele que trabalha na prensa e um operador auxiliar.

No mapeamento do processo de *setup* estabeleceram-se seis categorias:

- Ferramenta: inicia quando se baixa o carro e retira a ferramenta em uso, e termina com a introdução da nova ferramenta;
- Matéria-prima: inicia com a recolha da bobine em utilização e termina com a entrada na nova banda na ferramenta;
- Equipamentos auxiliares: inclui a montagem e desmontagem de equipamentos auxiliares associados ao processo de *setup* (tapetes, equipamentos de lubrificação e roscagem);

- Espera: períodos em que o operador espera a conclusão de uma dada etapa, sem que o processo de troca de ferramenta esteja concluído;
- Afinação: inicia com a entrada da banda na ferramenta e termina com a produção da primeira peça boa;
- Movimento: deslocação dos operadores durante o processo de *setup*, por exemplo para ir buscar materiais ou ferramentas.

A Tabela 9 apresenta a ocupação dos dois operadores envolvidos no *setup*, considerando as seis categorias acima descritas.

Tabela 9: Distribuição do tempo de *setup* em categorias para cada operador

Operador	Ferramenta	MP	Eq. Auxiliares	Espera	Afinação	Movimento	Total
Operador (minutos)	20	12	26	2	9	16	85
	24%	14%	31%	2%	11%	19%	
Auxiliar (minutos)	19	18	7	12	2	25	83
	23%	22%	8%	14%	2%	30%	
Total	39	30	33	14	11	41	168
	23%	18%	20%	8%	7%	24%	

A Tabela 9 demonstra a distribuição do tempo de *setup* para cada um dos operadores, destacando-se um excesso de movimentação, um dos sete desperdícios. Para além disso, o facto de 7% do tempo de *setup* ser afeto a afinações traduz a falta de normalização das operações.

2. Separação das tarefas internas e externas

O objetivo desta etapa é a reorganização das tarefas dos dois operadores envolvidos. No caso do operador principal, uma vez que é quem controla a produção da máquina, o objetivo é que as suas tarefas se dividam em três blocos: tarefas externas antes da paragem da máquina, tarefas internas com a máquina parada e tarefas externas após paragem da máquina. Assim é possível não só otimizar a atividade do operador como maximizar a disponibilidade da prensa. Para o operador auxiliar, o objetivo é balancear as suas tarefas de modo a reduzir o tempo de espera pelo operador principal. As principais alterações centram-se na preparação prévia do material e respetiva arrumação no final, atividades atribuídas ao operador auxiliar que reduziram em 45% a movimentação do operador principal. Estas alterações permitiram uma redução de 22 minutos no tempo de paragem da prensa.

3. Conversão das operações internas em operações externas

A transformação de tarefas internas em tarefas externas visa maximizar o tempo de produção da prensa. Para minimizar os tempos de espera dos operadores, balancearam-se as atividades entre eles: o trabalho do primeiro operador foi conjugado com os tempos de espera do operador auxiliar, diminuindo assim o tempo de paragem da máquina.

No final desta etapa, a duração aproximada do *setup* era agora de 71 minutos em contraponto com os 85 minutos iniciais, sendo que a paragem da máquina reduziu de 56 para 51 minutos. O trabalho interno do operador principal reduziu de 62 para 48 e do auxiliar de 50 para 46 minutos.

4. Otimização das operações internas

A redução ou eliminação das tarefas internas foca-se em duas etapas: eliminação das deslocações desnecessárias e normalização das tarefas de acordo com o *standard* estudado e acordado em conjunto com a equipa. O Anexo I apresenta a ficha de controlo dos tempos de execução das tarefas de cada operador, de forma a minimizar a duração do *setup*. No plano de

mudança, para cada tarefa especificou-se o operador responsável pela sua execução, a duração da tarefa e a precedência necessária, ou seja, a tarefa que é necessário garantir para que esta seja executada.

5. Otimização das operações externas

A otimização das tarefas externas compreende diferentes etapas: o aumento do caudal da mangueira de ar comprimido; duplicação da quantidade de cabos de conexão dos sensores de ferramenta e colocação de mais saídas de ar na parte traseira da prensa, facilitando o processo de ligar mangueira de ar e desligar cabo sensores; a disponibilização de um carro com o material necessário no processo de mudança de ferramenta, como demonstrado no Anexo J; a alteração do processo de limpeza da ferramenta de saída, que começou a ser feita após o *setup*; a garantia de que a ferramenta de entrada estava pronta no momento de início do *setup*; a alteração do processo de colocação e retirada de ferramentas que passou a ser executado com um carro transfere em substituição da ponte móvel; a colocação de código de cores nas mangueiras.

Com a realização do SMED a duração do *setup* da prensa progressiva reduziu de 85 para 42 minutos, registrando uma diminuição de 49%. O tempo de paragem da prensa registou uma diminuição de 51%, diminuindo de 78 para 40 minutos, valores aproximados.

Após a conclusão dos projetos piloto iniciaram-se os desdobramentos para os restantes equipamentos. A Figura 25 apresenta a evolução dos tempos de *setup* nas prensas progressivas ao longo do processo de desdobramento.

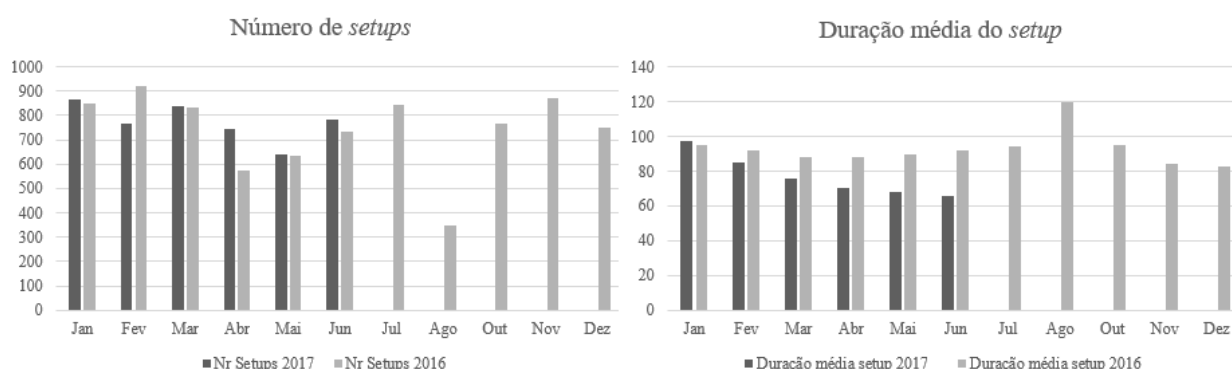


Figura 25: Quantidade (esquerda) e duração média (direita) dos *setups* na Empresa A

De acordo com a Figura 25, verifica-se uma redução da duração média do *setup* tanto em comparação como período homólogo do ano anterior, como ao longo dos seis meses analisados. Apesar de no equipamento piloto, o objetivo ter sido atingido, o desdobramento requer ainda acompanhamento, uma vez que para as prensas progressivas, o objetivo inicial de 50 minutos, não foi alcançado. A evolução dos *setups* nas prensas progressivas durante o processo de desdobramento do SMED é apresentado na Figura 26.

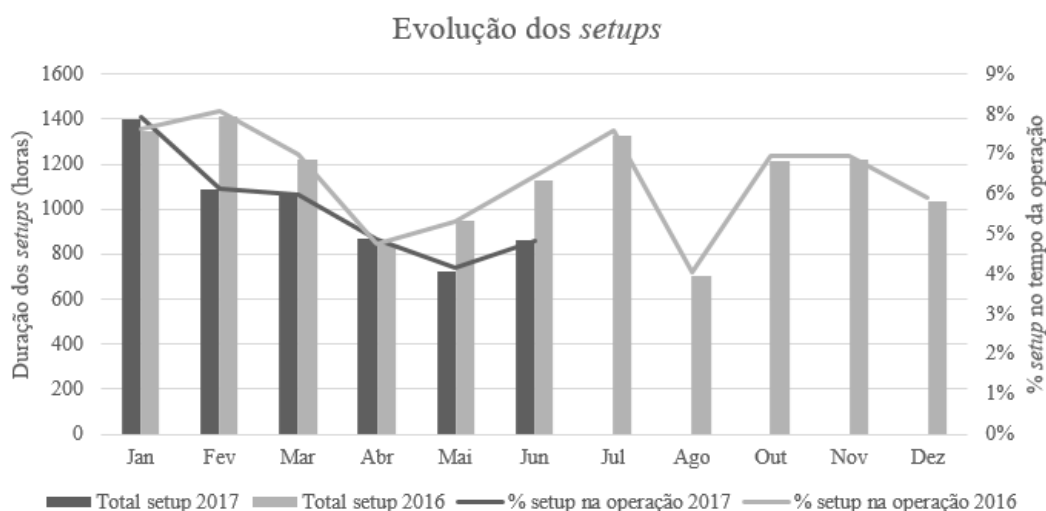


Figura 26: Evolução dos setups na Empresa A

Pela análise da Figura 26 verifica-se que a duração total dos *setups* está a diminuir nos equipamentos, verificando-se também que a ocupação dos *setups* no total da operação apresenta uma tendência decrescente. No entanto, é um parâmetro que requer maior acompanhamento, uma vez que ainda não estabilizou. O objetivo é que esta redução da duração média do *setup*, numa fase inicial permita uma diminuição do tempo total da mudança de ferramenta. Posteriormente, a normalização do processo otimizado permitirá uma redução do tamanho de lote, o que aumenta novamente o tempo total de *setup*, devido a uma maior frequência na mudança de ferramentas.

Etapas 3: Kamishibai

O projeto de aumento da disciplina foi desenvolvido em paralelo com os restantes, uma vez que sustenta a continuidade de todas as ferramentas implementadas.

Para aumentar o envolvimento dos funcionários, implementou-se um sistema de auditorias com visitas ao terreno pela gestão de topo, através da metodologia *Kamishibai*. Os executivos devem liderar pelo exemplo, isto requer não só um esclarecimento do tipo de mudanças pretendidas, como também a participação em todo o processo, demonstrando o foco da empresa no processo de melhoria contínua.

A metodologia *Kamishibai*, consiste numa auditoria curta que, através de um sistema de gestão visual reforça hábitos de trabalho e consolida procedimentos. O sistema desenvolvido para a Empresa A encontra-se representado no Anexo L. A visita ao terreno por parte da administração consiste numa auditoria aos colaboradores diretos onde se verifica: a organização do posto de trabalho, e o cumprimento dos *standards* de trabalho, ao nível das gamas operativas, de *setup* e manutenção autónoma, bem como das cadências de produção, definidas na ordem de fabrico. Os resultados destas auditorias, presentes na Tabela 10, são comunicados aos responsáveis das áreas, para que seja lançado um plano de ações para corrigir os desvios.

Tabela 10: Evolução dos resultados das auditorias

Normas avaliadas	02/2017	03/2017	04/2017	05/2017
Cumprimento standards	80%	82%	83%	85%
Cumprimento das gamas: operativas, setup ou manutenção	55%	54%	60%	63%
Organização posto de trabalho	65%	75%	75%	80%
Cumprimento cadências operativas	95%	95%	95%	95%

Através da análise da Tabela 10, verifica-se uma evolução do cumprimento das normas relativas à disciplina no chão de fábrica. O cumprimento das normas de trabalho e cadências operativas teve um impacto determinante na sustentabilidade das restantes ferramentas implementadas. No entanto, não se refletiu diretamente numa redução do *lead-time* ou num aumento da capacidade produtiva.

3.2.4 Conclusão

Na Empresa A, a metodologia *lean* aplicada contribuiu para melhorar o desempenho da cadeia de abastecimento, nas três vertentes inicialmente propostas: planeamento, *setup* e envolvimento dos colaboradores.

A alteração do método de planeamento permitiu não só uma redução do *lead-time* do processo produtivo, como uma redução dos *stocks* de produto intermédio. O SMED permitiu uma redução do tempo de *setup*, sendo que já foi iniciado o desdobramento do processo pelos restantes equipamentos da empresa. Por fim, o *Kamishibai* contribuiu para um maior envolvimento da gestão de topo, e para o aumento da disciplina dos colaboradores. No entanto, o período de implementação não foi suficiente para que os resultados atingidos com esta última ferramenta se refletissem na produtividade.

Em suma, a metodologia *lean* contribuiu para um aumento do *lead-time* e para a redução dos *stocks* intermédios, que foram identificados como os principais problemas da organização.

3.3 Análise comparativa

Após a análise dos dois casos de estudo, importa comparar o processo de implementação do *lean* nas duas unidades industriais, aferindo a relação entre as ferramentas utilizadas e as realidades das organizações.

A dimensão das empresas em análise é notoriamente diferente, o que se reflete na orientação estratégica das empresas e no respetivo posicionamento. Por um lado, a Amorim Revestimentos, empresa da Corticeira Amorim, beneficia de uma posição vantajosa, criando sinergias na cadeia de abastecimento e nas competências *core*. Por outro lado, a Empresa A, apresenta uma dependência significativa dos restantes *players* do mercado, também pelo facto de pertencer a um grupo onde as empresas se relacionam entre si a um nível estritamente financeiro. Não obstante, a análise dos casos de estudo permitiu constatar que a dimensão não é um fator preponderante para a implementação do *lean*. O processo de implementação foi adaptado às características das empresas, independentemente da sua dimensão.

As duas empresas apresentavam um objetivo comum – a redução do *lead-time* através de:

1. Melhoria do planeamento da fábrica, nivelando e criando fluxo na produção;
2. Minimização do tempo de *setup*;
3. Aumento do comprometimento da gestão e motivação dos operadores.

A abordagem seguida em ambas as empresas foi semelhante, com exceção do método de melhoria do planeamento e, conseqüentemente, da criação de fluxo. Este parâmetro centra-se na otimização dos processos da empresa, pelo que requer uma metodologia particular e adaptada às necessidades de cada organização.

Se, por um lado, a Amorim Revestimentos adequa parte da sua produção ao consumo da fábrica, produzindo um elevado número de referências sem garantia de que toda a produção vai ser escoada, isto é, a estratégia da empresa para algumas referências é impulsionar a colocação dos seus produtos no mercado; por outro lado, a Empresa A produz apenas para assegurar as necessidades do cliente, assumindo esse o papel de direcionar o consumo.

Desta forma, o processo de implementação das ferramentas nas duas empresas pode ser dividido em dois grupos distintos. O grupo inicial reúne os parâmetros para a criação de fluxo, que dependem do processo produtivo e das especificações da empresa. Enquanto o segundo grupo se concentra na implementação de ferramentas propriamente ditas: SMED e *Kamishibai*. Este grupo caracteriza-se por ser independente do tipo de empresa, estratégia competitiva e posicionamento no mercado.

Em relação à criação de fluxo, o planeamento foi uma área analisada em ambas as empresas, sendo possível distinguir entre a criação de um algoritmo de reposição de *stocks* na Amorim Revestimentos e o desenvolvimento de um método *push-pull* na Empresa A. O algoritmo de reposição de *stocks* focou-se na alteração da base do planeamento, que originava níveis de *stock* elevados. Já a criação do método *push-pull* sugeriu alterações que aproximam o planeamento da situação real, através do cálculo do nível de *stock* futuro, como a diferença entre o *stock* atual e as vendas relativas ao mês em análise.

A comparação entre o processo de planeamento das duas empresas permite verificar que, na Empresa A, o planeamento em *pull* é mais restrito, também devido ao facto de esta operar num setor onde os parâmetros produtivos são mais controlados. Neste caso, a produção é puxada pelo cliente, sendo que a empresa só produz aquilo que o cliente consome. Já na Amorim Revestimentos, a capacidade de influenciar o mercado é maior, pelo que, em alguns casos, a empresa produz para supermercado de produto acabado, sem considerar o consumo do cliente.

Em relação ao SMED e *Kamishibai*, destacam-se os objetivos comuns das ferramentas em ambas as empresas. No primeiro caso, a redução do tempo de *setup* e no segundo a consolidação de uma estratégia de acompanhamento *top-down*. Aliado aos objetivos comuns está o facto de as ferramentas serem implementadas nos dois casos em áreas produtivas. Esta conjugação de fatores permite então verificar que a implementação do *lean* segue um trajeto comum e independente das empresas onde é implementado.

Mesmo nos casos onde as ferramentas têm que ser adaptadas às necessidades das empresas, como é o caso da criação de fluxo, este não depende das particularidades das empresas, mas da identificação dos constrangimentos em cada uma, de forma a atuar sobre eles.

As grandes dificuldades resultantes do projeto relacionam-se com os recursos humanos, nomeadamente ao nível do envolvimento e comunicação entre os departamentos.

A filosofia Kaizen foca-se no envolvimento de todas as pessoas, uma vez que o sucesso dos projetos depende do contributo dos vários intervenientes. A metodologia implementada defende que a equipa natural, juntamente com consultores do KI, implementa as ferramentas nas equipas piloto, sendo que, depois de atingidos os resultados propostos, a empresa deve ser autónoma para replicar o procedimento nas restantes linhas. O *Learn by Doing* é o método utilizado para que as empresas percebam as diferentes etapas da metodologia, e sejam capazes de as adaptar às suas necessidades, permitindo a melhoria contínua.

Uma das dificuldades que se destaca ao longo do processo e que é transversal às duas empresas é a autonomia das equipas para replicar o processo. Este método requer um grande envolvimento das chefias intermédias, que são quem estabelece o contacto entre a gestão de topo e os operadores do chão de fábrica.

Kaizen é uma abordagem *bottom up*, isto é, sempre focada naqueles que realmente conhecem o processo produtivo e as suas principais dificuldades, sendo que, o sucesso da implementação requer uma estratégia *top down* de acompanhamento do processo. Daí a relevância da implementação de uma auditoria *Kamishibai* a realizar pela gestão de topo em ambas as empresas.

Na Amorim Revestimentos, o papel que as chefias intermédias desempenham tem pouco impacto na cadeia produtiva. Além disso, a crescente autonomia concedida aos operadores faz com que o seu impacto no processo seja cada vez menor. A consciência desta realidade dificulta o comprometimento das chefias. Para colmatar esta lacuna, na Amorim Revestimentos existe uma equipa de suporte, que assegura a implementação das ferramentas no prazo estabelecido, pressionando as chefias a intervir no processo.

Na Empresa A, esta camada hierárquica da organização é ainda menos evidente, uma vez que acima dos operadores está a direção de departamento. A elevada rotatividade da empresa é um outro fator que dificulta este processo, na medida em que os colaboradores formados aquando da implementação de ferramentas como o SMED permanecem na empresa por pouco tempo, desnivelando o conhecimento entre colaboradores, o que dificulta a aplicação das ferramentas.

Uma organização *lean* e uma implementação eficaz das ferramentas está, em muitos casos, relacionada com o envolvimento e compromisso dos líderes ao longo do processo. Nos dois casos de estudo analisados, não se verificou essa realidade, o que requereu um acompanhamento rígido ao longo do processo de implementação, ao contrário do que é defendido pela filosofia.

Ao nível da comunicação interdepartamental, a dimensão das empresas é um fator preponderante. Na Amorim Revestimentos, a estrutura da organização é estritamente funcional, pelo que é evidente a segmentação entre os vários departamentos, dificultando a comunicação entre eles. Ao longo do projeto, revelou-se necessária uma colaboração direta entre departamentos, pelo que se implementaram dinâmicas direcionadas para solucionar estas dificuldades. Estas dinâmicas permitiram desbloquear assuntos que, se seguissem o fluxo da informação da empresa, teriam uma solução morosa e com menos qualidade, dadas as dificuldades comunicativas.

Por outro lado, apesar de a Empresa A estar também organizada segundo uma estrutura funcional, e como apresenta uma dimensão inferior, a proximidade entre os departamentos incentiva a comunicação, facilitando a análise e resolução de problemas resultantes da implementação do *lean*.

Em suma, a análise comparativa dos casos de estudo permite concluir que o *lean* engloba dois grandes grupos: fluxo e recursos. A criação de fluxo depende da empresa onde o projeto é desenvolvido, das condições iniciais e das necessidades levantadas em conjunto com os colaboradores. Apesar disso, a dimensão ou a estratégia da empresa não são fatores críticos. Já relativamente à eficiência dos recursos, a filosofia *lean* é independente das organizações onde é implementada. O processo de implementação das ferramentas segue uma metodologia normalizada que se adequa à grande maioria das empresas, onde a Amorim Revestimentos e a Empresa A não foram exceção. Os principais problemas levantados ao longo dos projetos são também comuns, sendo que requerem tratamentos adaptados à cultura e desenvolvimento de cada empresa.

4 Programa de Redução de Referências

No capítulo 3, comparou-se a melhoria do desempenho da cadeia de abastecimento em duas empresas que atuam em indústrias distintas, com ênfase na análise do desempenho dos processos produtivos.

No presente capítulo, a melhoria do desempenho centra-se numa redução da complexidade produtiva, um problema crítico da Amorim Revestimentos. Optou-se por uma análise independente para não perturbar a reflexão conduzida no capítulo anterior.

A gestão do portfólio de uma empresa implica opções estratégicas relativas aos produtos a comercializar. Para além de dependerem da estratégia da empresa, estas decisões requerem uma análise do ciclo de vida do produto, que reúne diferentes etapas desde a conceção e desenvolvimento, introdução até à remoção do produto do mercado.

Uma componente essencial no desenvolvimento de novos produtos é a inovação, com impacto direto na geração e tratamento de ideias. Atualmente, e devido à crescente competitividade no mercado, a inovação e desenvolvimento são características preponderantes para o sucesso, uma vez que o objetivo das empresas é a continuidade dos seus produtos. Deste modo, revela-se essencial a conjugação de diferentes fatores. Por um lado, o foco na produtividade e maximização da flexibilidade de produção é um aspeto determinante para que as empresas consigam ser competitivas. Por outro lado, as empresas devem ajustar essa produtividade às necessidades do cliente.

Esta dissertação pretende integrar os dois fatores acima mencionados. A secção 3.1.1. apresentou as ferramentas utilizadas pela Amorim Revestimentos com o objetivo de minimizar o *lead-time*, otimizando a produtividade. Já o presente capítulo apresenta a metodologia para otimização do portfólio da empresa, assegurando uma redução do impacto dos ensaios de novos produtos no processo produtivo, enquanto se garante a satisfação das necessidades e requisitos do cliente.

A gestão de gama da Amorim Revestimentos requer duas análises. A análise das referências atuais de forma a otimizar o portfólio, e ainda a revisão do processo de registo de novos pedidos do cliente e elaboração de amostras.

As características das referências ativas das famílias mais representativas do portfólio da Amorim Revestimentos encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11: Características das referências atuais das famílias mais representativas

Família	Nº Formatos	Nº Cores	Nº Acabamentos	Nº referências	Volume Vendas Mensal
Corkstyle	10	14	10	696	44%
LVT Floating	8	1	5	232	30%
DecorVynil Float	3	1	2	45	1.2%
Cork Design	5	2	3	133	3%
LVT CorkPro	1	1	1	59	8%

A Tabela 11 representa 1165 referências ativas num universo de 2221 referências ativas da empresa. Através da Tabela 11, verifica-se que as famílias com maior volume de vendas apresentam uma maior diversidade de parâmetros, o que se traduz numa maior quantidade de referências à disposição do cliente.

Entre os anos 2007 e 2016, o volume de vendas da Amorim Revestimentos variou entre 80 e 100 milhões de euros, sendo que o número de referências ativas acompanhou esta evolução, ou seja, anos com um maior volume de vendas traduziram-se num maior volume de referências ativas e, consequentemente, numa menor margem de lucro associada aos produtos, dada a maior quantidade de referências. O pareto por volume de vendas das referências ativas apresenta-se na Figura 27.

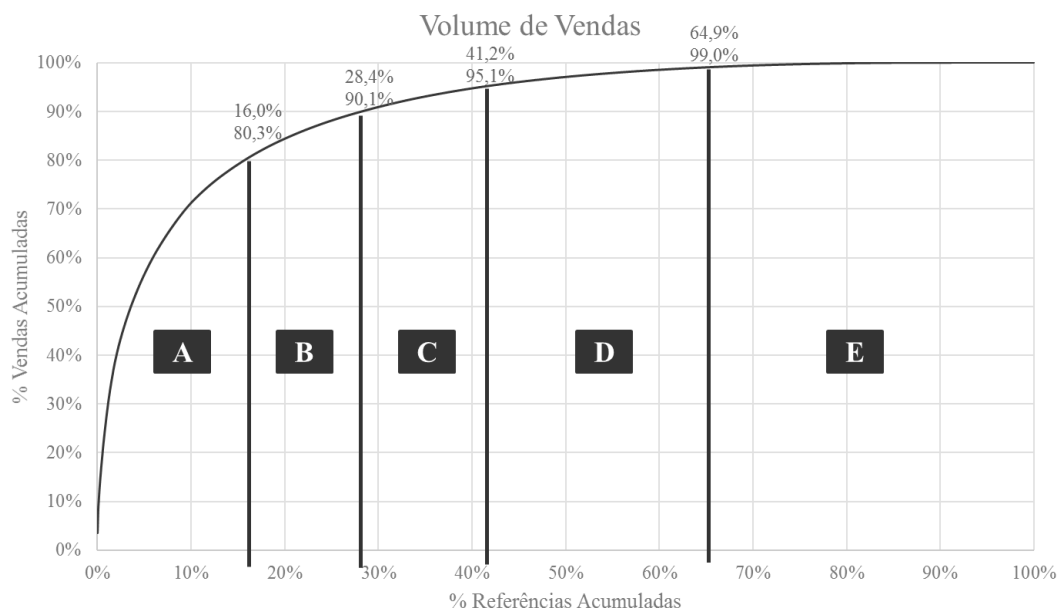


Figura 27: Pareto por volume de vendas das referências ativas

Através da criação de um pareto por volume de vendas das referências ativas, Figura 27, conclui-se que 80% do volume de vendas, secção A do gráfico, é gerado por apenas 16% das referências ativas. Além disso, existem 35% de referências ativas, secção E do gráfico, que representam apenas 1% do volume de vendas.

A análise da Figura 27 permite ainda concluir que 95% do volume de vendas é gerado por 41,2% das referências ativas, demonstrando que 58,8% do portfólio da empresa tem um impacto reduzido nas vendas. Este facto traduz a necessidade de revisão de referências, uma vez que a complexidade na produção e no *marketing* não se reflete num aumento das vendas.

O mapeamento do processo, bem como os respetivos *lead-times*, desde que a empresa recebe um novo pedido do cliente até que o pedido inicia a sua produção encontra-se representado na Figura 28. Este mapeamento permite, não só uma análise ao processo de introdução de novas referências no portfólio, como o levantamento de restrições a ele associadas.

Pela análise da Figura 28 verifica-se que, após a receção de um novo pedido do cliente é elaborada uma proposta para a introdução de uma nova referência. Depois de elaborada, as vertentes comercial e técnica da proposta são analisadas e validadas. Inicia-se, posteriormente, a produção das amostras a enviar para o cliente, que as recebe e valida. Cumpridos que estejam todos os requisitos, o artigo é registado no sistema para que se inicie a sua comercialização.

A Figura 28, destaca alguns problemas inerentes ao processo de tratamento de novos pedidos de clientes. Atualmente, os pedidos são enviados via e-mail, não existindo qualquer

formulário para o efeito. Este método faz com que os requisitos do produto não estejam parametrizados, pelo que são frequentes alterações às amostras iniciais, levando à repetição do procedimento descrito anteriormente. Um outro problema associado à não parametrização dos requisitos, é a falta de análise de artigos semelhantes para propor ao cliente. Em apenas 10% dos casos são verificadas as características do produto, de forma a propor uma alternativa já existente no portfólio. A análise prévia das referências evita o desenvolvimento de artigos semelhantes, que requerem capacidade produtiva e criação de campanhas de *marketing*, diminuindo a procura dos produtos existentes.

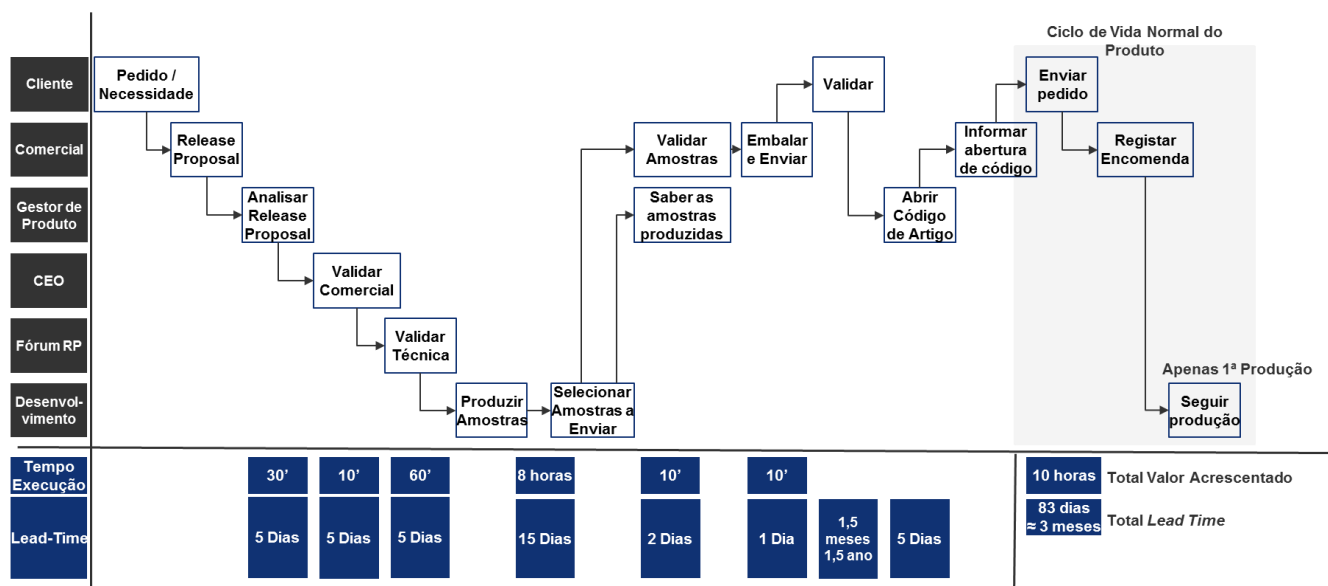


Figura 28: Mapeamento das etapas desde pedido de cliente até produção

A independência entre o desenvolvimento e a produção é um outro problema associado ao processo atual. Enquanto a produção se centra no cumprimento de prazos de entrega, nos parâmetros de qualidade, na redução de desperdício e na maximização da produtividade, a área de desenvolvimento não tem um foco tão restrito. Em muitos casos, são desenvolvidas ideias que carecem de especificações, fazendo com que a maioria das propostas avance para amostra sem garantia de exequibilidade. A geração de ideais deve, portanto, ser acompanhada de ferramentas de apoio à estruturação e priorização, através da simulação de diferentes cenários, tanto a nível de mercado como de produção, para que se encontre o equilíbrio entre as duas vertentes, aquando da decisão de introdução de um novo produto no mercado.

Com o objetivo de tornar a inovação uma área competitiva na Amorim Revestimentos, é fundamental reavaliar as referências comercializadas pela empresa. Além disso, é também importante implementar uma rotina de geração de ideias e gestão de portfólio de produtos associada a um sistema de avaliação, seleção e aprovação, permitindo reduzir a quantidade de amostras a produzir. Esta redução das amostras tem impacto na disponibilidade dos equipamentos e também no *lead-time* de produção, uma vez que a estruturação prévia das especificações dos produtos diminui a variabilidade do processo.

A diminuição do número de referências, tanto daquelas que são atualmente comercializadas, como das amostras a desenvolver, tem impacto no serviço ao cliente, que é o grande foco do projeto. Para tal, depois de analisada a situação atual da empresa, foi desenhado um Programa de Redução de Referências focado na otimização do portfólio, com base nas duas vertentes supramencionadas: referências em produção e amostras em desenvolvimento.

O Programa de Redução de Referências proposto na Amorim Revestimentos resulta de uma fase de planeamento, pelo que serão apresentados os conceitos daí resultantes.

O desenho deste programa iniciou-se com a proposta de uma metodologia para consolidação das referências atuais. Esta consolidação, feita em conjunto com o departamento de desenvolvimento, requereu uma análise prévia dos parâmetros que diferenciam os produtos da empresa, relativamente a características técnicas (especificações) e visuais (tipo de decorativo, cor, acabamento, dimensão, espessura, encaixe e biselado) para definir os parâmetros com potencial de substituição ou eliminação. Depois de verificados esses parâmetros, a segunda etapa focou-se na validação das referências afetadas pelos parâmetros anteriormente selecionados para eliminar, numa vertente comercial. Estas duas primeiras etapas da análise focaram-se na composição dos parâmetros e distinção entre referências, sem considerar o volume de vendas associado.

Na terceira etapa, analisaram-se as vendas, de forma a aferir a rentabilidade dos artigos para a empresa. Para a análise, consideraram-se três parâmetros, pela seguinte ordem de prioridade: volume de vendas, tendência das vendas e margem ajustada das vendas. O critério de decisão teve como base a seguinte classificação dos produtos: A, B e X – produto a manter, parâmetro neutro e produto a eliminar, respetivamente. A combinação da classificação para os fatores acima referidos determina se o produto deve permanecer no portfólio da empresa, ou se deve ser eliminado.

A classificação do volume de vendas é apresentada na Tabela 12, sendo que a distinção de A a E depende da classificação apresentada no pareto por volume de vendas apresentado na Figura 27.

Tabela 12: Volume de vendas

Volume de Vendas		
Classificação ABCDE	% Vendas Acumuladas	Rating
A	80%	A
B	10%	B
C	5%	B
D	4%	B
E	1%	X

De acordo com a Tabela 12, as referências que representam 80% do volume de vendas devem permanecer no portfólio, sendo que aquelas correspondentes a 1% do volume de vendas devem ser eliminadas.

A segunda etapa consiste na análise da tendência das vendas. Para tal, consideraram-se duas variáveis:

- DAC: número de anos consecutivos com descida de vendas, dos últimos quatro anos, ou seja, entre 2013 e 2016;
- DP: descida face ao pico de vendas nos últimos quatro anos, em percentagem.

A análise de DAC tem como referência o ano 2016, e analisa o comportamento das vendas por ordem decrescente de anos. Ou seja, uma referência cujo volume de vendas aumente entre os anos 2013 e 2015, e diminua de 2015 para 2016, apresenta um DAC de 1 ano. Já uma referência cujo volume de vendas aumente de 2013 para 2014, diminua entre 2014 e 2015, e volte a aumentar entre os anos 2015 e 2016, apresenta um DAC igual a 0.

Já DP analisa o volume de vendas anual e compara-o com o valor máximo do volume de vendas. Ou seja, compara o volume de vendas de 2016 com o valor máximo de vendas entre 2013 e 2016.

Deste modo, a classificação das referências com base na tendência das vendas é a seguinte:

- Se $DAC \geq 2$ e $DP \geq 50\%$, a referência é classificada como X;
- Se $DAC < 2$ e $DP < 0.5$, a referência é classificada como A;
- As restantes combinações dos dois critérios são classificadas como B, parâmetro neutro.

Esta etapa foca-se no ciclo de vida do produto, um fator preponderante para a seleção das referências a eliminar, uma vez que permite priorizar aquelas que se encontram em fase de desenvolvimento ou de crescimento. Deste modo, os critérios considerados foram a tendência das vendas em anos consecutivos e ainda a descida das vendas face ao ano de pico. Referências que tenham registado uma descida consecutiva nas vendas nos últimos dois anos e cuja descida face ao volume máximo de vendas seja igual ou superior a 50%, devem ser eliminadas. No caso de a diferença entre o ano de criação do produto e o ano atual ser inferior a 2 anos, a referência deve ser classificada como A, permanecendo no portfólio.

O último critério considerado foi a margem ajustada das vendas (MAV). A margem ajustada das vendas é composta pela margem das vendas, ou seja, a diferença entre o custo de vendas e o custo de produção, sendo que é ajustada pelo custo do *stock* do produto, um fator determinante para a empresa, dado o elevado valor de produtos em *stock*. O critério de *rating* foi o seguinte:

- Se $MAV \geq 20\%$, a referência é classificada como A;
- Se $0\% \leq MAV < 20\%$, a referência é classificada como B;
- Se $MAV < 0\%$, a referência é classificada como X.

Através desta classificação, verifica-se que referências com uma margem ajustada negativa, devem ser eliminadas do portfólio.

O critério de decisão adotado depende da classificação obtida para cada parâmetro e da respetiva ordem dos atributos, de acordo com o exemplificado na Tabela 13.

Tabela 13: Critério de decisão

Rating	Decisão	Rever?
AAA	Manter	Não
BAA	Manter	Não
BAX	Manter	Sim
XXX	Eliminar	Não
XBB	Eliminar	Não
BXA	Eliminar	Sim

Referências classificadas com AAA ou combinações entre A e B devem permanecer no portfólio, já no caso de apresentarem classificações de XXX ou combinações entre X e B, devem ser eliminadas do portfólio. Caso a classificação combine parâmetros A e X, definiu-se que o critério de decisão depende da ordem pela qual aparecem os atributos. No entanto, optou-se por uma análise manual destas referências, de forma a garantir que a eliminação dos parâmetros era adequada às necessidades da empresa, tanto a nível de produção como comercial.

Através do estudo do catálogo, do índice de semelhança dos artigos e das vendas, foi possível aferir a semelhança entre parâmetros e selecionar aqueles cuja eliminação ou substituição causava menor impacto no portfólio da empresa. O objetivo desta análise é assegurar a

existência de parâmetros ou mesmo referências substitutas, tanto a nível de características visuais como técnicas, e também garantir que não são privilegiadas referências com um reduzido volume de vendas.

Durante a fase de planeamento, esta análise propôs uma redução dos seguintes parâmetros: 3 espessuras, 4 dimensões, 15 decorativos, 6 decorativos de cortiça, 23 cores, 7 acabamentos, 2 encaixes e 1 biselado. Importa referir que esta análise teve apenas em conta referências criadas em anos iguais ou inferiores a 2014, sugerindo uma redução de 47% dos parâmetros, no universo considerado.

O foco da fase de planeamento é a posterior implementação do Programa de Redução de Referências de forma a reduzir o número de referências, melhorando a rapidez de resposta ao cliente, a eficiência dos equipamentos e reduzindo o desperdício de materiais e de *stocks* de produto em curso e matéria-prima.

Após implementado, este programa permite um aumento do nível de serviço, através de uma redução no *lead-time*. A focalização nos *best sellers* e redução em 20% dos artigos com menor procura permite a otimização da capacidade produtiva. A ferramenta proposta conduz ainda à redução da complexidade de planeamento e gestão de espaços de armazenamento, bem como à redução de *stocks*, depreciações e número de referências de matérias-primas. A redução de referências de baixa rotação permite ainda a eliminação de custos recorrentes de depreciação de *stocks* de produto acabado.

Através do Programa de Redução de Referências será possível à Amorim Revestimentos melhorar as ferramentas de *marketing* e os níveis de serviço, através de uma redução do tamanho de lote, permitindo uma redução do *stock* e o aumento da rotatividade dos produtos. Os ganhos da empresa relativamente à produção centram-se na redução da complexidade operacional, sendo que, no caso das vendas, permitem um foco inicial nas referências que acrescentam valor para o cliente, e uma posterior diversificação estruturada para outros mercados, ajustando o portefólio apresentado às necessidades do cliente.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

A presente dissertação de mestrado analisou dois projetos de melhoria contínua focados na otimização do fluxo da cadeia de abastecimento, que se refletem numa melhoria do nível de serviço ao cliente, através do cumprimento dos prazos de entrega. Os projetos resultam de uma parceria entre o Kaizen Institute e duas empresas cliente: a Amorim Revestimentos, que opera na área dos pavimentos de cortiça, e a Empresa A, que atua no setor da metalomecânica, com foco na produção de componentes para a indústria automóvel.

A estratégia de ambas as empresas consiste na conjugação do aumento das vendas com a melhoria da produtividade global da fábrica. Pelo que o foco do projeto é analisar ferramentas *lean* que contribuam para a melhoria contínua das organizações.

As macro etapas da metodologia utilizada foram semelhantes. Numa primeira fase, após a análise da situação atual através da ferramenta VSM, levantaram-se os principais problemas e respetivas causas. Na segunda fase, implementaram-se ferramentas para melhoria da produtividade, como SMED e *Kanban*. Na terceira etapa, comparou-se o processo de implementação nos dois casos, de modo a verificar a relação entre a filosofia *lean* e os setores onde é implementada. Esta análise permite aferir, também, quais as ferramentas que, no portfólio *lean*, são implementadas de forma generalizada, e aquelas que requerem uma adaptação às necessidades das organizações.

Um outro foco durante a implementação foi o desenvolvimento de uma ferramenta que propiciasse o comprometimento da gestão de topo no processo de melhoria das empresas. Desta forma, desenvolveu-se uma auditoria através do método *Kamishibai*, onde o objetivo era, não só fomentar a abordagem *top down* na melhoria contínua, fundamental para a motivação dos colaboradores, mas também permitir um maior envolvimento das chefias intermédias.

Complementarmente às ferramentas aplicadas, na Amorim Revestimentos associou-se a análise da complexidade e diversidade dos processos produtivos ao portfólio da empresa. O estudo de potenciais referências a eliminar foi uma etapa do projeto que se traduziu numa proposta de diminuição do número de artigos que a empresa coloca à disposição dos clientes. Esta análise ao portfólio tem duas vertentes, a primeira que se foca na otimização dos processos produtivos, e a segunda que se concentra na eficiência do departamento comercial, através de um maior conhecimento dos produtos a apresentar e da restrição do âmbito da implementação de ferramentas de *marketing*.

Apesar de, em ambas as empresas, se terem implementado ferramentas referentes a diversas áreas produtivas, existe ainda trabalho que pode ser desenvolvido junto das empresas. As propostas de trabalho futuro dividem-se em três áreas, duas já iniciadas ao longo da dissertação, e uma outra que não foi âmbito dos projetos desenvolvidos.

1. *Lean* nos processos produtivos

A melhoria do OEE foi um processo que se iniciou em ambas as empresas, mas cujo processo não é estanque, ou seja, apesar de, comparativamente com o início dos projetos, o OEE das empresas ter melhorado com a implementação do SMED, este

pode evoluir através de ferramentas focadas no desempenho dos colaboradores e das máquinas.

Relativamente ao algoritmo de gestão de *stocks* desenvolvido na Amorim Revestimentos, este tem como base o consumo da fábrica. A alteração da base de análise para o consumo do cliente final permite percorrer a cadeia de abastecimento e não uma análise apenas centrada na fábrica.

A melhoria dos processos produtivos está também relacionada com a eficiência do departamento de manutenção, que em ambas as empresas é um foco de desperdício. Desta forma, a normalização do trabalho deste departamento, bem como uma melhoria na comunicação entre a manutenção e a produção, são tarefas determinantes para a melhoria dos processos produtivos das organizações.

2. *Lean* na logística

O volume de *stock* em ambas as empresas é elevado, pelo que uma revisão dos *stocks* de segurança é a primeira medida para uma posterior diminuição. A revisão dos tamanhos de lote também tem impacto no *stock* das empresas.

Implementação de comboios logísticos para normalização da logística interna e redução do desperdício, que se traduz também em aumentos de produtividade.

3. *Lean* na motivação e liderança

O envolvimento dos colaboradores está diretamente relacionado com o reconhecimento do seu trabalho, reconhecimento esse que se pode traduzir em bónus salariais. Desta forma, é possível estudar a viabilidade de um sistema de partilha de lucros entre os colaboradores, fruto do alcance de objetivos previamente traçados pela administração.

Uma reflexão sobre o processo de implementação permite concluir que o *lean* dispõe de ferramentas simples e eficazes, com capacidade de melhorar os processos das empresas. Os dois casos de estudo espelham a eficácia das ferramentas, nomeadamente para melhoria do OEE dos equipamentos, e para aumento do envolvimento da gestão de topo, motivação e compromisso das equipas do terreno. No entanto, nem todas as ferramentas a implementar podem ser generalizadas, em particular quando os processos a otimizar dependem das necessidades das empresas. Neste caso, uma identificação clara dos constrangimentos é imperativa, para que as ferramentas e procedimentos permitam reduzir o desperdício das tarefas, otimizando assim o desempenho dos processos.

O processo de implementação demonstrou uma característica do *lean*, a sua versatilidade. Nesta dissertação, comparou-se a metodologia em diferentes indústrias, contudo este procedimento pode ser expandido para diversas áreas de negócio, não só produção, mas também serviços, como por exemplo na área administrativa ou mesmo da saúde, onde existem projetos em curso.

Tratando-se de uma filosofia de melhoria contínua, o *lean* pode ser repetidamente implementado, sendo que o seu sucesso está diretamente relacionado com um levantamento correto dos problemas e respetivo apuramento das causas raiz. É de destacar a importância do acompanhamento da evolução dos resultados ao longo do processo de implementação, de forma a garantir que estão a ser cumpridos os objetivos propostos, e que está a ser gradualmente melhorado o problema inicialmente identificado.

Referências

1. AIMMAP. (2016). “Metalurgia e Metalomecânica: a inovação e a internacionalização no sector industrial mais exportador de Portugal”. Recuperado de https://idi.mne.pt/images/docs/semin_diplo_2016/discursos/014.pdf
2. Antosz K., et al. (2017). Lean Philosophy Implementation in SMEs – Study Results. *Procedia Engineering*, 182, 25-32.
3. APCOR. (2016). “Anuário de cortiça 2016 APCOR”. Retirado de <http://www.apcor.pt/wp-content/uploads/2016/09/Boletim-estatistico-2016.pdf>
4. APCOR. (2016). “Cortiça em números”. Recuperado a 30 de abril de 2017 de <http://www.apcor.pt/media-center/estatisticas/>
5. Banco de Portugal. (2016a). “Análise das empresas dos setores da madeira, da cortiça e do papel”. Retirado de https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/pdf-boletim/estudos%20da%20cb_24_2016.pdf
6. Banco de Portugal. (2016b). “Análise Setorial da Indústria Metalomecânica”. Recuperado de https://www.bportugal.pt/sites/default/files/anexos/documentos-relacionados/nie_estudo_20_2015.pdf
7. Broman, G. I. R., Karl-Henrik. (2017). A framework for strategic sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 140, 17-31.
8. Chera, B. S., Jackson, M., Mazur, L. M., Adams, R., Chang, S., Deschesne, K., Cullip, T., e Marks, L. B. (2012). Improving quality of patient care by improving daily practice in radiation oncology. *Seminars in radiation oncology*, 22(1), 77-85.
9. Coimbra, E. (2013). *Kaizen in Logistics & Supply Chains*: McGraw-Hill Education Europe.
10. Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A. (2016). “Relatório e Contas 2016”. Retirado de http://www.amorim.com/xms/files/Investidores/5_Relatorio_e_Contas/RelatorioContas2016.pdf
11. Corticeira Amorim (2017). “Corticeira Amorim – Apresentação”. Retirado a 14 de maio de 2017 de <http://www.amorim.com/corticeira-amorim/grupo-amorim/apresentacao/>
12. Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*: McGraw-Hill Education Europe.
13. Lopes, J. & Branco, A. (2016). The Clustering of Cork Firms in Santa Maria da Feira: Why History Matters. *Int. J Latest Trends Fin. Eco. Sc.*, 3, 354-364.
14. Kaizen Institute. (2017a). Site do Kaizen Institute Portugal. Retirado a 14 de maio de 2017 de <http://pt.kaizen.com/home.html>.
15. Kaizen Institute. (2017b). *Kaizen Foundations*.
16. Kaizen Institute. (2017c). *Kaizen Change Management*.
17. Kaizen Institute. (2017d). *Total Flow Management Introduction*.

18. Kaizen Institute. (2017e). Total Productive Maintenance Introduction.
19. Kaizen Institute. (2017f). Total Quality Management Introduction.
20. Kaizen Institute. (2017g). Total Service Management Introduction.
21. Kaizen Institute. (2017h). Innovation & Development Management.
22. Jayswal, A., Li, X., Zanwar, A., Lou, H. H., e Huang, Y. (2011). A sustainability root cause analysis methodology and its application. *Computers e Chemical Engineering*, 35(12), 2786-2798.
23. JMA Consultants Inc. (2006). “VRP (Variety Reduction Program) - Optimization of wide product varieties and diversification of customer needs”. Retirado a 8 de abril de 2017 de <http://english.jmac.co.jp/wp-content/uploads/2010/07/rd20f.pdf>
24. Rahani, A. R., e al-Ashraf, M. (2012). Production flow analysis through value stream mapping: a lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*, 41, 1727-1734.
25. Rohani J. e Zahraee S. (2015). Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry. *Procedia Manufacturing*, 2, 6-10.
26. Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System, Productivity Press, Cambridge, MA; 1985.
27. Sundar, R., Balaji, A. N., e Kumar, R. S. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97, 187-1885.
28. Teichgräber, U. K., e Bucourt, M. (2012). Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. *European journal of radiology*, 81(1), 47-52.
29. Tenera, A. e Simões A. (2010). Improving setup time in a Press Line – Application of the SMED methodology. *IFAC*, 297-302

Anexo A: Mapeamento das referências Amorim Revestimentos

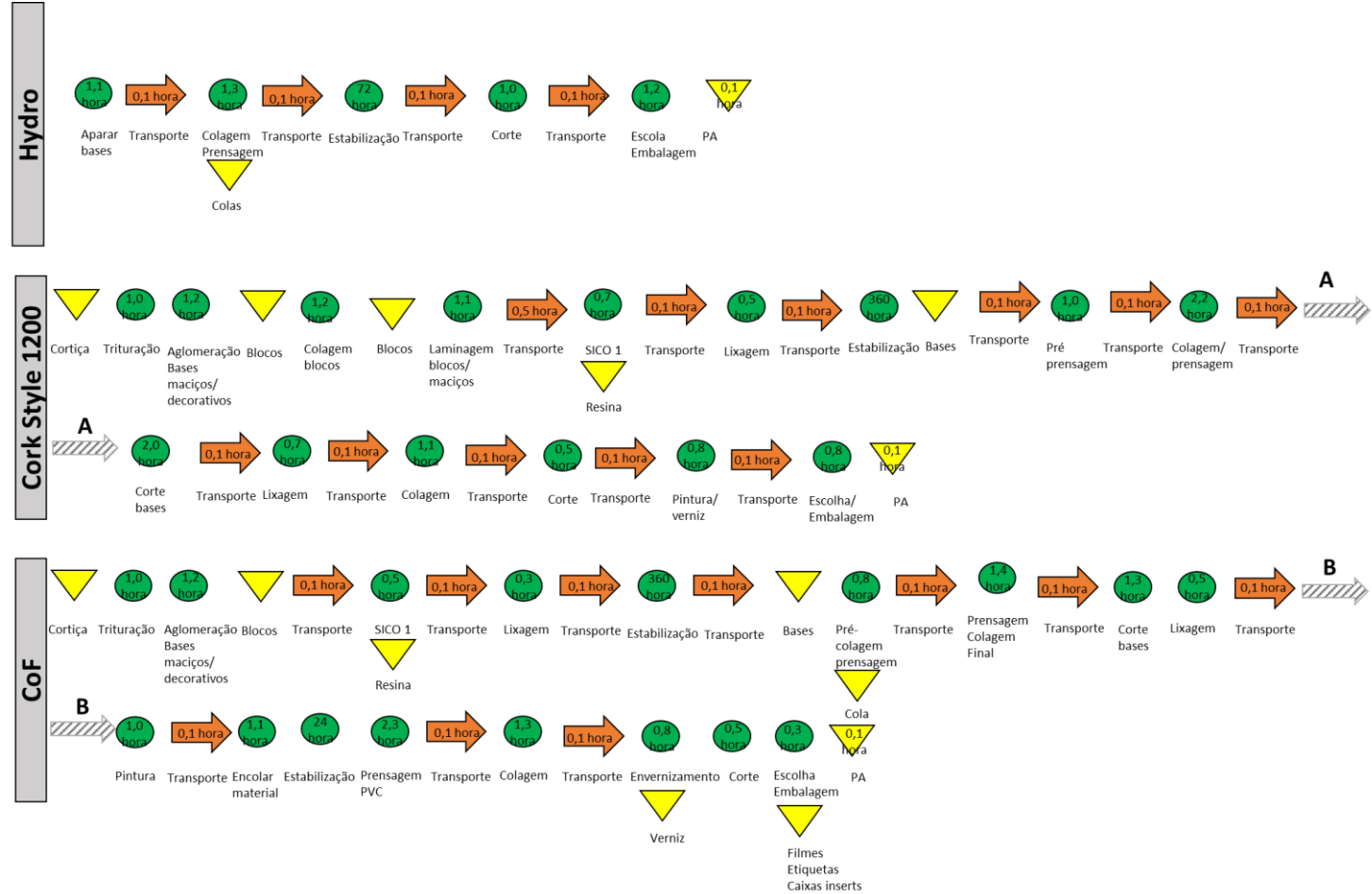


Figura 29: Mapeamento das referências menos representativas da Amorim Revestimentos

Anexo B: Nova fórmula de cálculo do OEE

A implementação de uma nova fórmula de cálculo para o OEE foi transversal aos dois projetos, uma vez que ambas as empresas apresentavam a mesma situação inicial: valores superiores a 100% e a inclusão de paragens, ocultando ineficiências nos equipamentos.

A reestruturação da fórmula de cálculo do OEE visa traduzir as dificuldades do processo produtivo e a eficiência real dos equipamentos. Para tal, considerou-se que o fator disponibilidade não incluía qualquer paragem não planeada, apenas eram incluídas neste parâmetro paragens por falta de carga ou paragens planeadas por não funcionamento da empresa. Relativamente ao fator rendimento, a velocidade objetivo foi substituída pela velocidade nominal do equipamento, enfatizando as diferenças entre a cadência real e teórica dos equipamentos. O fator qualidade não sofreu alterações.

A nova formula de cálculo proposta para o indicador OEE – OEE_{novo} – é a seguinte:

$$OEE_{novo} = OEE_{disponibilidade} * OEE_{rendimento} * OEE_{qualidade} \quad (B.1)$$

O fator disponibilidade calcula-se da seguinte forma:

$$OEE_{disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Ciclo Real} * \text{Peças Produzidas}}{\text{Tempo Abertura}} \quad (B.2)$$

A fórmula de cálculo do fator rendimento é a seguinte:

$$OEE_{rendimento} = \frac{\text{Tempo Ciclo Teórico}}{\text{Tempo Ciclo Real}} \quad (B.3)$$

A fórmula de cálculo do fator qualidade é a seguinte:

$$OEE_{qualidade} = \frac{\text{Peças boas}}{\text{Peças produzidas}} \quad (B.4)$$

O tempo de ciclo real calcula-se de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Tempo Ciclo Real} = \frac{\text{Peças produzidas}}{\text{Tempo Líquido Produção}} \quad (B.5)$$

As variáveis consideradas no cálculo do OEE dos equipamentos são as seguintes:

- Peças produzidas: Quantidade de peças produzidas durante o tempo de funcionamento real do equipamento;
- Tempo de abertura: Tempo de funcionamento planeado do turno, sem descontar quaisquer paragens;
- Tempo de Ciclo Teórico: Cadência máxima do equipamento em análise. No caso da Amorim Revestimentos, a cadência máxima refere-se à quantidade de placas produzidas por minuto; já no caso da Empresa A, esta cadência refere-se ao número de golpes por minuto da ferramenta, sendo que cada golpe equivale a uma peça produzida;
- Peças boas: Quantidade de peças que cumprem os requisitos de qualidade do cliente;
- Tempo Líquido de produção: Tempo de abertura subtraído do tempo de paragens. Equivale ao tempo de produção efetiva dos equipamentos.

Anexo C: Diferenças entre cadências objetivo e teórica na linha de Corte Final 5

Tabela 14: Cadências objetivo e teórica da linha Corte Final 5

Referências	Objetivo 2016 (peças/min)	Teórico (peças/min)	Desvio
Cortar			
Madeira 1220x140	512	615	17%
Madeira 1220x185	677	813	17%
Madeira 905x140	380	456	17%
Madeira 905x185	502	603	17%
LVT 905x295	801	961	17%
LVT 905x185	502	603	17%
LVT 1220x140	512	615	17%
LVT 1220x185	677	813	17%
Cortiça 905x185	502	603	17%
Top Dec Cort 905x295	801	961	17%
Top Dec Cort 1220x185	677	813	17%
Cortar e Pintar			
Cortiça 1830x185	609	1219	50%
Cortiça 1220x185	677	813	17%

Anexo D: SMED - Etapas 1 e 2

Tarefas	LT (seg)	Interna/ Externa	Ferramentas	Problema	Solução	Melhorias gerais
Transportar fresas para perto da Homag	15	E				
Abrir caixa das fresas	82	E				
Mudar o programa	12	I				
Abrir porta de segurança		I		Botão de parar o tapete encontra-se dentro da porta de segurança	Colocar o botão na parte exterior da porta de segurança	
Transporte manual	67	I	Comando			
Abrir portas Homag	18	I		Muito pó	Melhorar aspiração	
Limpar	220	I	Mangueira de ar comprimido	Cada um limpa de um lado - limpar várias vezes o mesmo sítio		
Desencaixar tubos	3	I			Apertos rápidos para capot	
Retirar fresas	160	I	-Manivela -Chave laranja -Martelo -Chave 12 umbrako	Muitas voltas Pouca visibilidade	Solução automática (elétrica/pneumática) espelho (ou semelhante)	
Guardar fresas	5	E				
Montar fresas	287	I	-Manivela -Chave laranja -Martelo -Chave 12 umbrako			
Encaixar tubo	5	I				
Desmontar tubo	2	I				
Trocar nova fresa	145	I	-Manivela -Chave laranja -Martelo -Chave 12 umbrako			
Montar nova fresa	185	I	-Manivela -Chave laranja -Martelo -Chave 12 umbrako			
Arrumar ferramentas	14	E				
Encaixar tubo	25	I		Difícil visibilidade		
Afinar fresas	23	I	Chave roquete	Difícil parametrização decorrente do desgaste da ferramenta		
Fechar portas Homag	10	I				
Verificar largura placa	18	I		Distância do ponto de recolha da placa (entrada da homag 2)		
Controlar acabamento+ biselado	33	I	Medidor digital	Baixa iluminação	-Lupa com maior ampliação -Sistema de luz	
Abrir portas Homag	16	I		Várias aberturas	-Dispositivo que permita mantr as portas abertas durante a afinação	
Afinar fresas	52	I	Chave roquete			
Fechar portas Homag	7	I				
Abrir porta de segurança		I				
Colocar placa no tapete		I				
Fechar porta de segurança		I				
Abrir porta de segurança	4	I				
Recolher placa	10	I				
Analisar largura	13	I	Medidor digital			
Ver acabamento+ biselado	35	I				
Abrir portas Homag 2		I				
Retirar lixo	35	I		Balde longe	Colocar mais baldes perto das máquinas	
Limpar Homag 2	40	I	Mangueira de ar comprimido			
Transportar baldes com água	7	E			KIT	
Transportar discos	13	E			KIT	
Montar disco	9	E				
Tirar pano proteção tubos	48	E				
Encaixar mangueiras no disco	48	E				
Transportar cabeças discos	50	E				
Repetir procedimento para o outro lado da máquina	163	E				
Afinar Biselado	16	I		Várias afinações Dificuldade em parametrizar	-Definir posição a colocar a fresa (subir ou avançar) -Testar método de parametrização	
Configurar Schiele	18	I				
Transportar baldes com tinta	20	E				
Colocar tinta na máquina	14	I				
Fechar porta de segurança		I				
Afinar fresas de biselado	87	I	Chave roquete			
Abrir porta de segurança		I				
Colocar placas a circular	16	I	Comando manual			
Afinar fresas de biselado	61	I	Chave roquete			
Recolher placa	10	I				
Ver acabamento+ biselado	37	I	Monóculo; Encaixe			
Analisar medidas	27	I	Medidor digital			
Abrir portas Homag		I				
Afinar máquina	27	I	Chave roquete			
Fechar portas Homag		I				
Recolher placa	90	I				
Ver acabamento+ biselado	96	I				
Fechar caixas vazias fresas	34	E				
Preencher folha	56	E		Obs: Folhas guardadas na parte exterior de cada caixa		
Recolher placa		I				
Ver acabamento+ biselado	89	I				

Figura 30: Análise do estado inicial do *setup* da linha Corte Final 5

Anexo E: Normalização do processo de *setup*

A otimização das tarefas do SMED na Amorim Revestimentos incluiu a elaboração de um quadro exposto na linha com a organização do processo e a distinção das tarefas dos quatro operadores. O quadro é apresentado na Figura 31 e descreve o itinerário a seguir por cada um.

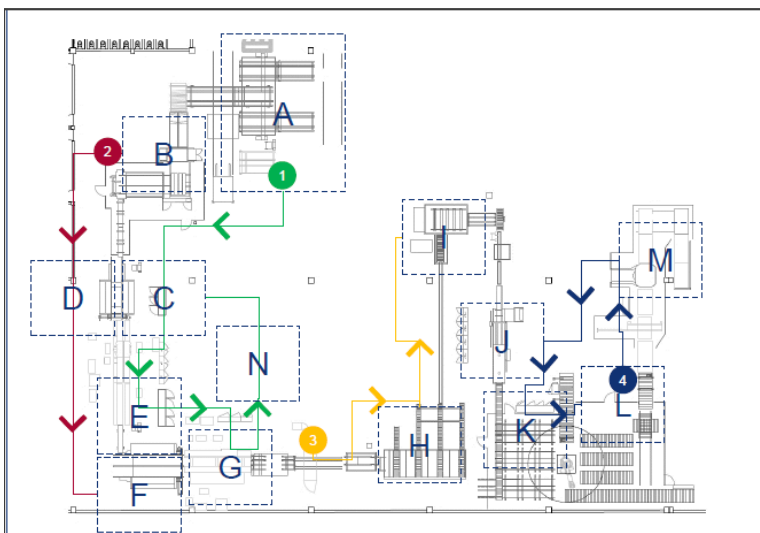


Figura 31: Quadro descritivo das etapas do *setup*

A Figura 31 apresenta um *layout* da linha, sendo os operadores numerados e distinguidos com um código de cores. No quadro estão expostos cartões com as macro tarefas de cada operador, Figura 32.

A Figura 32 enumera as tarefas de cada operador ao longo do processo, sendo que nos diferentes postos de trabalho estão afixados cartões com uma descrição detalhada do processo de forma a que qualquer operador após uma formação inicial seja capaz de executar as tarefas inerentes ao processo de troca de ferramenta.

	FRESAS 1-MUDAR PROGRAMA 2-MUDAR FRESAS MACHO 3-RECOLHER PEÇA AMOSTRA 4-VERIFICAR CONFORMIDADE 5-AFINAR SE NECESSÁRIO
	FRESAS B-AJUSTAR LARGURA D-MUDAR FRESAS FÊMEA F-RECOLHER PEÇA AMOSTRA D-AFINAR SE NECESSÁRIO
	FRESAS 1-ESVAZIAR LINHA 2-MUDAR CAIXAS 3-ALTERAR MEDIDAS CAIXAS

Figura 32: Cartão com tarefas dos diferentes operadores no *setup*

Anexo F: Quadro de Kaizen Diário da linha Corte Final 5



Figura 33: Quadro Kaizen Diário da linha Corte Final 5

Anexo G: Norma Gemba Walk com Kamishibai



CIRCUITO GEMBA WALK



Nº	Atividade	Fotografia
1	Recolher o trajeto a seguir no <i>Gemba Walk</i> e um cartão <i>Kamishibai</i> para cada linha a analisar.	
2	Reunir os operadores junto ao quadro. Analisar o resultado da Auditoria. Questionar equipa sobre os principais problemas e estratégias de resolução.	
3	Preencher o cartão <i>Kamishibai</i> . Dar feedback relativamente ao resultado do <i>Gemba Walk</i> .	
4	Continuar <i>Gemba Walk</i> para posto seguinte.	
5	Colocar o cartão no ciclo em que foi realizado o seguimento: - Cumprimento de todos os pontos do <i>Kamishibai</i>: colocar cartão com a face verde visível. - Não cumprimento de algum ponto do <i>Kamishibai</i>: Colocar cartão com a face vermelha visível.	

Figura 34: Norma Gemba Walk

KAIZEN INSTITUTE KAMISHIBAI	
LINHA	
☐	Todos os elementos da equipa estão presentes?
☐	A norma da agenda da reunião está a ser cumprida?
☐	O quadro de equipa está montado segundo a norma?
☐	Os indicadores individuais estão atualizados?
☐	Os 5S são cumpridos?
DATA	ASSINATURA

KAIZEN INSTITUTE KAMISHIBAI	
LINHA	
☐	Todos os elementos da equipa estão presentes?
☐	A norma da agenda da reunião está a ser cumprida?
☐	O quadro de equipa está montado segundo a norma?
☐	Os indicadores individuais estão atualizados?
☐	Os 5S são cumpridos?
DATA	ASSINATURA

Figura 35: Cartões Kamishibai

Anexo H: Empresa A - Dados OEE com novo método de cálculo

Tabela 15: Média dos dados da eficiência dos equipamentos com novo método de cálculo

Equipamento	μ Disponibilidade	μ Performance	μ Qualidade	OEE
Prensa Progressiva 099	59,2%	71,8%	99,7%	42,4%
Prensa Progressiva 122	54,4%	50,1%	100,0%	27,3%
Prensa Progressiva 123	66,3%	71,8%	100,0%	47,6%
Prensa Progressiva 149	66,6%	84,1%	100,0%	56,0%
Prensa Progressiva 151	66,4%	70,2%	100,0%	46,6%
Prensa Progressiva 152	65,3%	68,7%	100,0%	44,9%
Prensa Progressiva 166	66,7%	66,5%	99,6%	44,2%
Prensa Progressiva 172	61,6%	58,8%	99,8%	36,1%
Prensa Progressiva 240	72,6%	70,7%	95,2%	48,9%
Prensa Progressiva 289	63,3%	68,2%	99,7%	43,0%
Prensa Progressiva 328	68,0%	51,0%	100,0%	34,7%
Prensa Progressiva 329	61,0%	62,8%	100,0%	38,3%
Prensa Progressiva 542	66,1%	61,8%	99,5%	40,6%
Prensa Convencional 139	45,6%	60,6%	100,0%	27,6%
Prensa Convencional 140	76,4%	76,1%	100,0%	58,1%
Prensa Convencional 163	67,4%	70,3%	100,0%	47,4%
Prensa Convencional 169	88,5%	88,4%	100,0%	78,2%
Prensa Convencional 170	76,5%	60,6%	100,0%	46,4%
Prensa Convencional 171	62,2%	84,8%	100,0%	52,7%
Prensa Convencional 204	48,6%	89,3%	100,0%	43,4%
Equipamento de soldadura 013	69,6%	72,9%	95,0%	48,2%
Equipamento de soldadura 014	59,4%	60,6%	99,5%	35,8%
Equipamento de soldadura 142	63,3%	68,6%	100,0%	43,4%
Equipamento de soldadura 165	58,5%	67,3%	99,5%	39,2%
Equipamento de soldadura 179	73,4%	67,2%	97,6%	48,1%
Equipamento de soldadura 223	64,3%	64,0%	99,5%	40,9%
Equipamento de soldadura 247	69,1%	58,1%	99,4%	39,9%
Equipamento de soldadura 248	62,8%	65,4%	99,3%	40,8%
Equipamento de soldadura 341	66,0%	71,0%	99,2%	46,5%
Equipamento de soldadura 434	70,9%	63,1%	98,4%	44,0%

Aplicação de métodos *lean* na melhoria do desempenho da cadeia de abastecimento

Equipamento de soldadura 436	69,3%	62,3%	95,3%	41,1%
Equipamento de soldadura 489	66,7%	60,4%	99,2%	40,0%
Equipamento de soldadura 623	77,9%	65,9%	97,4%	50,0%
Equipamento de soldadura 630	67,9%	66,2%	99,4%	44,7%

Anexo I: Normalização das tarefas do *setup*

PROCEDIMENTO NORMALIZADO PARA REALIZAÇÃO DE SETUP

Nº	TAREFAS OPERADOR AUXILIAR	Tempo	Nº	OPERADOR PRENSA	Tempo
1	Coloca Rolo no desenrolador e corta cintas		1	Retira banda	
2	Vai buscar Ponte		2	Desmonta equipamentos auxiliares (se aplicável)	
3	Ajuda na limpeza da ferramenta - Lado trás		3	Limpeza da ferramenta - Lado frente	
4	Verifica aperto de parafusos (Ex.: matrizes,...) – Lado trás		4	Verifica aperto de parafusos (Ex.: matrizes,...) – Lado frente	
5	Coloca descansos – Lado trás		5	Coloca descansos – Lado frente	
			6	Baixa Carro	
6	Retira apertos hidráulicos – Lado trás		7	Retira Apertos Hidráulicos – Lado Frente	
7	Posiciona Correntes		8	Sobe Carro	
			9	Puxa mesa da prensa para o exterior	
8	Retira Ferramenta de saída		10	Ajuda a retirar a ferramenta de saída	
			11	Limpa mesa da prensa	
9	Posiciona nova Ferramenta		12	Ajuda a posicionar nova ferramenta	
			13	Baixa Carro	
10	Coloca hidráulicos - Lado trás		14	Coloca apertos hidráulicos – Lado Frente	
			15	Sobe Carro	
11	Retira descansos – Lado trás		16	Retira Descansos – Lado frente	
12	Verifica aperto de parafusos (Ex.: matrizes,...) – Lado trás		17	Verifica aperto de parafusos (Ex.: matrizes,...) – Lado frente	
13	Troca datadores				
14	Ajuda a montar equipamentos auxiliares (se aplicável)		18	Monta equipamentos auxiliares (se aplicável)	
15	Troca de embalagem				
16	Ajuda a introduzir a chapa na ferramenta		19	Introduz a chapa na Ferramenta	
			20	Produz 1ª Peça	
17	Termina eventual ajuste dos tapetes		21	Termina eventual ajuste dos tapetes	

	Tarefas a realizar pelo Operador Auxiliar
	Tarefas a realizar pelo Operador da Prensa
	Tarefas a realizar em simultâneo

Prensa: _____
Ref. Saída: _____
Ref. Entrada: _____

Figura 36: Ficha para normalização dos tempos de setup

#	Descrição	Operador	Duração	Precedência	Início	Fim
1	Acerto da altura do carro	Máquina	02:00		00:00	02:00
2	Fechar produção. Acerto de produção e preenchimento de papéis.	Principal	05:00		00:00	05:00
3	Retirar tapetes e cabos de segurança, outros equipamentos auxiliares	Principal	03:00		05:00	08:00
4	Limpeza da ferramenta e colocação de descansos	Principal	08:00		08:00	16:00
5	Corte de banda + Mudança de rolo	Auxiliar	15:00		00:00	15:00
6	Limpeza da ferramenta e colocação de descansos	Auxiliar	01:00		15:00	16:00
7	Desmontagem de ferramenta (baixar carro, retirar hidráulicos, subir carro)	Principal	02:00		16:00	18:00
8	Desmontagem de ferramenta (baixar carro, retirar hidráulicos, subir carro)	Auxiliar	02:00	4	16:00	18:00
9	Subir e retirar mesa com ferramenta de saída	Principal	02:00		18:00	20:00
10	Posicionar Ponte	Auxiliar	02:00		18:00	20:00
11	Engatar correntes na ferramenta de saída	Principal	01:00		20:00	21:00
12	Engatar correntes na ferramenta de saída	Auxiliar	01:00		20:00	21:00
13	Retirar ferramenta e desengatar correntes	Auxiliar	01:30		21:00	22:30
14	Limpar mesa	Principal	03:00		21:00	24:00
15	Posicionar ponte	Auxiliar	01:30		22:30	24:00
16	Engatar correntes na ferramenta de entrada	Principal	01:30		24:00	25:30
17	Engatar correntes na ferramenta de entrada	Auxiliar	01:30		24:00	25:30
18	Levantar e posicionar ferramenta na mesa	Principal	02:00		25:30	27:30
19	Levantar e posicionar ferramenta na mesa	Auxiliar	02:00		25:30	27:30
20	Recolher e baixar mesa	Principal	02:00		27:30	29:30
21	Baixar porta e chamar programa e afinar carro	Principal	01:00		29:30	30:30
22	Afinar carro	Máquina	03:00	21	30:30	33:30
23	Preparar embalagem e colocação de tapete	Auxiliar	06:00		27:30	33:30
24	Preparação de etiquetas	Principal	03:00		30:30	33:30
25	Baixar máquina e subir porta	Principal	01:00		33:30	34:30
26	Colocação de apertos hidráulicos e seguranças	Principal	01:30	25	34:30	36:00
27	Colocação de apertos hidráulicos e seguranças	Auxiliar	01:30	25	34:30	36:00
28	Subir carro e porta, retirar descansos	Principal	01:00		36:00	37:00
29	Subir carro e porta, retirar descansos	Auxiliar	01:00		36:00	37:00
30	Mudança de caracteres	Principal	03:00		37:00	40:00
31	Mudança de caracteres	Auxiliar	03:00		37:00	40:00
32	Posicionamento final do tapete	Principal	01:00		40:00	41:00
33	Posicionamento final do tapete	Auxiliar	01:00		40:00	41:00
34	Fechar portas e ajustar carro	Principal	02:30		41:00	43:30
35	Início de banda e produção de primeira peça (Auxiliar na PR542)	Principal	10:00		43:30	53:30

Figura 37: Plano de mudança de ferramenta

Anexo J: Carros construídos durante o SMED



Figura 38: Carro de SMED

A Figura 38 demonstra o carro para mudança de ferramentas criado na Empresa A. Cada máquina tem um carro semelhante com os materiais necessários no processo de *setup*. Este *kit* permite não só minimizar as deslocções do operador na procura de ferramentas, como também uma melhoria do processo de mudança, dado que o operador utiliza as ferramentas adequadas ao equipamento e ao processo.

Anexo L: Documentos para implementação das auditorias Kamishibai

Estampagem

289

171

170

173

140

169

542

172

122

149

123

166

151

240

329

139

152

204

328

099

© Kaizen Institute

Folha de Registo Gemba Walk (2/2 - Registo)

Avaliação do posto
na Quinzena Atual. Preencher com X ou ✓.

ÁREA	POSTO	5S	AVALIAÇÃO				OBSERVAÇÕES
			STANDARD		TPM	Setup	
			OP	Cad			
Qual.	-						
Arm. MP	-						
Prod.	Estampagem						
	Soldadura						
	Montagem						
Log.	-						

© Kaizen Institute

Figura 39: Documentos para registo – Auditoria Kamishibai