



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Mariana Inês Teixeira da Silva Salgado

**MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR E
IMPLEMENTAÇÃO DE *LEAN TOOLBOX* NO SETOR
CERÂMICO**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial
orientada pelo Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz e apresentada ao
Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra.

Outubro de 2021

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Mapeamento do fluxo de valor e implementação de *lean toolbox* no setor cerâmico

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Value stream mapping and lean toolbox implementation in the ceramics sector

Autor

Mariana Inês Teixeira da Silva Salgado

Orientadores

Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz

Engenheiro Hugo Ferreira

Júri

Presidente	Professor Doutora Aldora Gabriela Gomes Fernandes Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Vogal	Professor Doutor Miguel Jorge Vieira Professor Auxiliar da Universidade Lusófona
Orientador	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Grestel – Produtos Cerâmicos, S.A.

Coimbra, Outubro, 2021

*Não sou da altura que me vêem,
mas sim da altura que os meus olhos podem ver.*

Fernando Pessoa

À minha mãe, irmã e avó.

E a ti, Coimbra.

Agradecimentos

O presente documento representa o culminar do meu percurso académico em Coimbra, cidade onde aprendi muita coisa especialmente o verdadeiro significado de saudade.

Começo por agradecer à minha família: mãe, Pedro, tios e avós que tanto lutaram para que conseguisse concluir o que tinha começado há seis anos atrás. Um obrigada não chega por todo o apoio e carinho demonstrado, sem vocês isto não teria sido mesmo possível.

Um especial agradecimento à minha mãe, irmã e avó que são para mim grandes exemplos de mulheres em diferentes estágios vida. A vocês dedico este documento, obrigada por serem os três pilares da minha vida.

Estendo o meu agradecimento ao meu orientador, Professor Doutor Samuel Moniz, por acreditar sempre em mim e por demonstrar sempre disponibilidade, interesse e rigor. Agradeço ainda o seu espírito crítico e considerações construtivas que certamente contribuíram para que desse o melhor de mim para a realização deste documento.

À Grestel – Produtos Cerâmicos S.A. e a todos os colaboradores do Departamento Logístico, agradeço a oportunidade de estágio concedida e a forma calorosa de como fui integrada nas instalações e dinâmicas de trabalho. Um especial agradecimento ao Engenheiro Hugo Ferreira pela orientação e disponibilidade cedida para a materialização deste projeto.

A todos os amigos que me acompanham desde sempre e a todos aqueles que a cidade de Coimbra carinhosamente me apresentou, desejo que celebremos sempre juntos o sucesso uns dos outros. Um especial agradecimento a quem me ensinou que casa não é apenas um espaço físico: Ana Sofia Cadilhe, Inês Amaral, Inês Carreiró e Juliana Maschmann.

Ao João por estar do meu lado incondicionalmente e nunca me ter largado a mão, apertando sempre com mais força quando as dificuldades surgiam.

E a ti, Coimbra, por me teres ensinado porque é que sendo de todos te sentimos sempre tão nossa.

Resumo

A presente dissertação surge no seguimento de um estudo desenvolvido nas instalações da Grestel - Produtos Cerâmicos S.A. Dado o mercado bastante competitivo que integra e os inúmeros produtos que comercializa, considerou-se pertinente averiguar o fluxo de valor dos seus processos, nomeadamente da fase final do mesmo: o embalamento. O objetivo principal deste trabalho prende-se na análise e definição do fluxo de valor do processo através do conceito *Value Stream Mapping* para a identificação de oportunidades de melhoria que quando aplicadas reduzam os desperdícios observados e convirjam para uma maior eficiência e produtividade da secção. Numa primeira instância, procurou-se compreender as características intrínsecas ao processo e os fatores que condicionam o seu *output* e o façam ir de encontro aos requisitos do cliente. Assim, os mecanismos de investigação de suporte ao caso de estudo em questão foram a análise e observação estruturada do processo, nomeadamente da atividade dos colaboradores, bem como entrevistas semi-estruturadas e *focus group*. Seguindo a metodologia PDCA, iniciou-se pela análise do sistema produção onde a identificação do *bottleneck* dos sistemas permitiu aferir quanto às atividades mais problemáticas. Ainda, realizou-se uma análise ABC de modo a classificar-se os produtos quanto ao nível de relevância para a empresa, neste caso quanto à tipologia de embalamento que efetivamente condiciona as tarefas associadas ao processo de embalamento. Seguiu-se para a determinação e avaliação das oportunidades de melhoria e a caracterização das causas para os problemas encontrados, onde se desenvolveu o *Value Stream Mapping* e o *Diagrama de Ishikawa*, respetivamente. Posteriormente, propôs-se uma série de ferramentas *lean* apoiadas pelo estado arte, que visassem a mitigação de processos de valor não acrescentado, bem como a eliminação de desperdícios, tendo a capacidade de causar impacto positivo e criar foco quanto à melhoria contínua do processo.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Melhoria Contínua, Criação de Valor, Eliminação de Desperdício*

Abstract

This dissertation arises from a study developed at Grestel - Produtos Cerâmicos S.A.'s facilities. Given the very competitive market it integrates and the numerous products it commercializes, it was considered relevant to investigate the value stream of its processes, specifically its final phase: packaging. The main objective of this work is the analysis and definition of the process value stream through the concept of Value Stream Mapping for the identification of improvement opportunities that when applied reduce the waste observed and assemble to a greater efficiency and productivity of the section. In the first instance, an attempt was made to understand the intrinsic characteristics of the process and the factors that condition its output and make it meet the customer's requirements. Thus, the research mechanisms supporting the case study in question were the analysis and structured observation of the process, namely of the employees' activity, as well as semi-structured interviews and focus groups. Following the PDCA methodology, we started by analyzing the production system where the identification of the bottleneck systems allowed us to assess the most problematic activities. Furthermore, an ABC analysis was performed in order to classify the products according to their level of relevance for the company, in this case regarding the type of packaging that effectively conditions the tasks associated with the packaging process. This was followed by the determination and evaluation of opportunities for improvement and the characterization of the causes for the problems found, where Value Stream Mapping and the Ishikawa Diagram were developed, respectively. Subsequently, a series of lean tools supported by the state of the art were proposed, aimed at the mitigation of non-added value processes, as well as the elimination of waste, having the capacity to cause a positive impact and create focus regarding the continuous improvement of the process.

Keywords Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Continuous Improvement, Value Creation, Waste Elimination

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xii
Siglas	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos de investigação	2
1.2. Metodologia de investigação	3
1.3. Estrutura da dissertação	4
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	6
2.1. Origem e filosofia de <i>Lean Manufacturing</i>	6
2.1.1. Conceito de desperdício (<i>Muda</i>).....	9
2.1.2. Importância do envolvimento dos colaboradores	9
2.2. Ferramentas <i>Lean</i>	10
2.2.1. Gemba Walks	10
2.2.2. <i>Kaizen</i>	11
2.2.3. <i>Standard Work</i>	13
2.2.4. Metodologia 5S.....	14
2.2.5. Ciclo <i>Plan-Do-Check-Act</i> (PDCA)	16
2.2.6. <i>Root Cause Analysis</i>	18
2.2.7. <i>Poka Yoke</i>	19
2.2.8. <i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	20
2.2.9. Balanceamento da linha de produção	23
2.2.10. <i>Key Performance Indicators</i> (KPIs)	23
2.2.11. <i>Karakuri</i>	26
2.2.12. Análise de tempos e métodos de trabalho	28
3. CASO DE ESTUDO	30
3.1. Apresentação da Empresa.....	30
3.1.1. Produtos e modelo de negócio.....	31
3.2. Instalações	32
3.2.1. Logística	33
3.2.1. Fluxo de informação	36
3.3. Processo de Fabrico	38
3.3.1. Processo de Embalamento	40
3.3.2. Processo de Produção de Compostos	42
3.4. Descrição do problema	43
4. Metodologia.....	46
5. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA	48
5.1. Recolha e análise de dados	48
5.1.1. Análise ABC.....	52
5.2. Identificação das oportunidades de melhoria	55

5.2.1.	Otimização da tarefa de embalagem.....	55
5.2.2.	Otimização da secção de produção interna de compostos.....	66
6.	CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS.....	84
6.1.	Conclusões.....	84
6.2.	Propostas futuras.....	86
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
	APÊNDICE A – FLUXOGRAMA PROCESSO DE FABRICO	96
	APÊNDICE B – FLUXOGRAMA SECÇÃO DE EMBALAMENTO	98
	APÊNDICE C – FLUXOGRAMA SECÇÃO DE COMPOSTOS	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia de investigação no âmbito da dissertação.....	3
Figura 2 - Casa do <i>Toyota Production System</i> (Liker & Morgan, 2006)	7
Figura 3 - Principais barreiras na implementação Lean (Kleszcz et al., 2013)	8
Figura 4 - Representação das práticas que aumentam a performance do colaborador (Kleszcz et al., 2019)	10
Figura 5 - As etapas Kaizen (Warwood & Knowles, 2004).....	12
Figura 6 - Princípios do Kaizen Williams (2001) Randhawa & Ahuja (2018)	13
Figura 7 - Princípios do standard work	13
Figura 8 - Metodologia 5S.....	15
Figura 9 - Ciclo de Shewhart.....	16
Figura 10 - Representação ciclo PDCA.....	17
Figura 11 - Processo de criação de um diagrama de Ishikawa (Doggett, 2005)	19
Figura 12 - Fases de implementação do VSM.....	21
Figura 13 - Desenvolvimento da Grestel – Produtos Cerâmicos S.	30
Figura 14 - Análise de faturação entre 2010 e 2020.....	31
Figura 15 - Imagem satélite das instalações da Grestel (1- GI; 2- <i>Outlet</i> ; 3-GIII; 4 - GII; 5 - Centro Logístico)	33
Figura 16 - <i>Rack</i> convencional de 5 níveis.....	34
Figura 17 - Código de localização de palete.....	35
Figura 18 - Código de localização de alvéolo	36
Figura 19 - Composição do produto final.....	38
Figura 20 - <i>Deployment Diagram</i> da secção de embalagem	41
Figura 21 - <i>Deployment Diagram</i> da secção de produção de compostos.....	43
Figura 22 - Metodologia implementada	46
Figura 23 - Folha de cronometragem utilizada no decorrer da análise de tempos	50
Figura 24 – VSM <i>As Is</i> - Linha de embalagem MR.....	57
Figura 25 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> relativo à linha de embalagem	58
Figura 26 - Oportunidades de Melhoria - Linha de embalagem MR	59
Figura 27 - Exemplo de karakuri para implementação em linha (Warkop 3D Design, 2021)	61

Figura 28 - Exemplo de <i>karakuri</i> para implementação em linha (Warkop 3D Design, 2021).....	61
Figura 29 - VSM <i>To Be</i> - Linha de embalagem	62
Figura 30 - VSM <i>As Is</i> - Secção de produção de compostos.....	67
Figura 31 - Diagrama de <i>Ishikawa</i> relativo à secção de produção de compostos	68
Figura 32 - Oportunidades de melhoria - Secção de produção de compostos.....	69
Figura 33 - <i>Poka yoke</i> de ação preventiva aplicado na secção	70
Figura 34 - Implementação de régua magnética na secção de produção de compostos.....	71
Figura 35 - Representação de requisição entregue aos colaboradores	72
Figura 36 - Representação de quadro baseado na Metodologia 5S	73
Figura 37 - Esboço do planeamento diário para a secção de produção de compostos	75
Figura 38 - Representação do planeamento diário entregue aos colaboradores da secção .	76
Figura 39 - Indicador de <i>performance</i> de qualidade aplicado à secção de compostos.....	77
Figura 40 - Indicador de <i>performance</i> de produtividade aplicado à secção de compostos .	78
Figura 41 - Indicador de <i>performance</i> de cumprimento de plano aplicado à secção de compostos	79
Figura 42 - Quadro de <i>Kaizen</i> Diário aplicado à secção de compostos	80
Figura 43 - Cartão de melhoria aplicado no <i>Kaizen</i> Diário.....	81
Figura 44 - VSM <i>To Be</i> - Secção de produção de compostos	83
Figura 45 - Fluxograma do processo de fabrico materiais produzidos na Grestel - Produtos Cerâmicos S.A.....	96
Figura 46 - Fluxograma processo de embalagem.....	98
Figura 47 - Fluxograma processo de produção de compostos.....	100

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Simbologia popularmente utilizada no Value Stream Mapping	22
Tabela 2 - Algarismos relativos ao tipo de material armazenado na palete	35
Tabela 3 - Localizações em armazém.....	36
Tabela 4 - Localização em armazém informático	37
Tabela 5 - Procura mensal para uma referência tipo	49
Tabela 6 - <i>Cycle Time</i> de uma linha de embalagem MR.....	51
Tabela 8 - Referências ativas de MR por número de peças por caixa.....	51
Tabela 9 - Referências ativas de MR por tipologia de embalagem	52
Tabela 10 - Valores médios de <i>cycle time</i> em cada posto de trabalho para referência tipo	54
Tabela 11 - Número de referências de caixa face a <i>prato de jantar</i>	63
Tabela 12 - Número de referências de caixa face a <i>prato de sopa</i>	64
Tabela 13 - Número de referências de caixa face a <i>saladeira</i>	65
Tabela 14 - Proposta de caixas a considerar como <i>standard</i>	65
Tabela 15 - Comparação entre o <i>cycle time</i> e o tempo dispensado na afinação	70
Tabela 16 - Resultado da implementação <i>poka yoke</i>	71
Tabela 17 - Comparação entre a função 1 e função 2	74
Tabela 18 - Comparação entre a função 1 e função 2 após a implementação da melhoria .	74

SIGLAS

CT – Cycle Time

FEFO – First Expire, First Out

JIPM - Japan Institute of Plan Maintenance

JIT – Just In Time

KPI – Key Performance Indicator

LT – Lead Time

MBWA - Management by Walking Around

MR – Marcas Registadas

NVA – No Value Added

PDCA – Plan, Do, Check, Act

PL – Private Label

TPS – Toyota Production System

VA – Value Added

VS – Value Stream

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in Progress

WK - Workstation

1. INTRODUÇÃO

O estágio que motivou a presente dissertação teve a duração de 5 meses cujo objetivo inicial deteve-se pela implementação da filosofia e ferramentas *lean* de modo a conferir mais produtividade e eficiência ao processo de embalamento de produtos cerâmicos. O projeto surgiu no culminar do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra, no âmbito Estágio Curricular nas instalações da Grestel – Produtos Cerâmicos S.A.

Devido à competitividade e instabilidade sentida diariamente e que abrange todos os setores, e a crise de matérias-primas que se vive atualmente, as indústrias produtoras de cerâmica sentem-se coagidas a focar-se nos seus processos para a identificação de melhorias que as conduzam à máxima eficiência e poupança de custos. Uma organização é tão eficiente e eficaz quanto se puder sustentar no mercado em que está inserida, e de modo a estabelecer-se num mercado tão exigente deve apresentar flexibilidade, um tema bastante amplo quando abordado em concordância com o tópico organizacional. Afinal, uma organização pode ser flexível em vários níveis: em como lida com o mercado em que se encontra, em como funcionam os processos de produção e em como responde a mudanças. No entanto, como White (1996) refere, a flexibilidade pode estar relacionada à resposta dada à concorrência, à flexibilidade do processo em comparação com os processos dos concorrentes, à flexibilidade do produto que comercializa e o tempo de resposta das suas instalações a mudanças de tipo de produto a fabrica. Assim, inúmeras empresas inseridas em contexto industrial dependem da gestão *lean* para moldar os seus sistemas de produção e lidar com as dificuldades atuais através do aumento da eficiência.

Nomeadamente, o recurso ao *Value Stream Mapping* (VSM) é fundamental para a definição clara de *Value Stream* (VS), isto é, da cadeia de valor dos processos que conduzem aos produtos que comercializa, sendo crucial que uma organização esteja consciente acerca das atividades que desenvolve já que é uma das garantias para a estabilidade do seu desempenho a longo prazo. De facto, como Silva (2012) defende, a abordagem apresenta como vantagens o auxílio que emprega ao permitir a observação do processo e a previsão de fluxos de valor futuros, o fornecimento de uma linguagem e compreensão comuns para que todos as partes da organização possuam a mesma visão e a

integração de fluxos de materiais e informações na mesma ferramenta visual, sendo uma aliada para o alcance dos objetivos traçados por uma organização.

Dado que o objetivo principal da dissertação era o aumento da produtividade do processo de embalagem, considerou-se adequado o desenvolvimento de um VSM para uma análise profunda das atividades exercidas, de modo a ser possível a identificação e implementação de melhorias que assentassem sob fundamentos *lean* e conferissem ao processo as características desejadas, isto é, a redução do *lead time* mantendo o nível de qualidade dos produtos. Assim, consideraram-se ferramentas ao abrigo da filosofia *lean* como a metodologia 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke), o próprio *Value Stream Mapping*, *Kaizen* Diário, *Karakuri*, *Poka Yoke*, entre outros.

1.1. Objetivos de investigação

O estágio desenvolvido em parceria com a Grestel – Produtos Cerâmicos S.A, contou com o objetivo de otimizar os processos presentes na Grestel II, mais precisamente, quanto às atividades logísticas presentes nestas instalações. Assim, procurou-se implementar ferramentas de melhoria contínua no processo de embalagem e no processo de produção de compostos, isto é, dos itens necessários para embalagem como caixas, separadores e favos.

O principal objetivo definiu-se como o aumento da produtividade das linhas de embalagem, reduzindo o desperdício relacionado com as atividades desempenhadas na mesma e o *lead time* do processo. Desse modo, dividiu-se nas seguintes metas:

- otimização do processo de embalagem na L1 e L2 (marcas próprias);
- otimização da secção de produção de compostos e respetivos processos;
- implementação da metodologia 5s na secção de produção de compostos;
- desenvolvimento de compostos *standard* para as marcas próprias;

As quatro metas acima mencionadas, culminam no principal objetivo do estudo, sendo que têm impacto direto nas atividades desempenhadas na GII, nomeadamente nas L1 e L2. O desenvolvimento de um composto *standard* para cada tipologia de produto de marcas próprias (MR), facilita o planeamento de produção de caixas na secção respetiva, permitindo a produção para *stock* dessas mesmas caixas e a criação de um supermercado junto às linhas, facilitando até a própria gestão de *stock* de compostos e acessórios de embalagem. Na secção de produção de compostos, a implementação da metodologia 5S e as estratégias de

melhoria contínua adotadas, permite perspetivar o aumento da produtividade da secção e uma maior definição das tarefas desempenhadas por cada colaborador.

1.2. Metodologia de investigação

A presente dissertação foca-se em abordar uma dificuldade bastante relevante em contexto industrial – Qual a abordagem mais astuta para se mapear o fluxo de valor de um processo que conceda informação quanto às atividades que não conferem uma mais-valia ao *output* do mesmo? Apesar da literatura sob a temática ser extensa, os fundamentos *lean* e a integração de *Value Stream Mapping* continuam a ser recorrente mencionados, dado que em contexto industrial são dos maiores aliados para se mapear e moldar o fluxo de valor em sistemas de produção. De modo a realizar-se uma pesquisa forte que abordasse todos os pontos relevantes para a dissertação, com foco no âmbito do estudo de caso e características associadas, foi definido um processo pelo qual os artigos seriam seleccionados e analisados, representado na Figura 1.

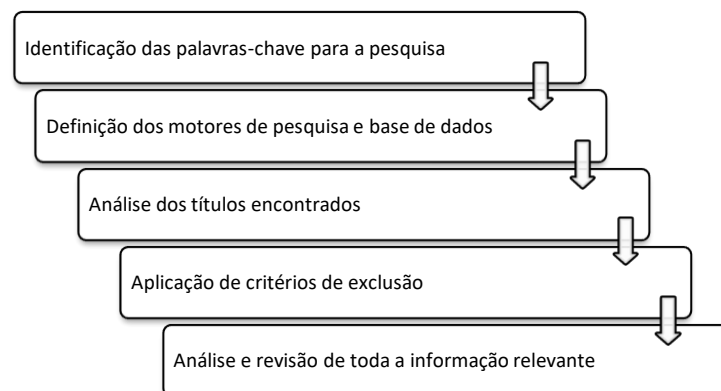


Figura 1 - Metodologia de investigação no âmbito da dissertação

Nesse seguimento, foi pertinente averiguar-se a importância do pensamento *lean* dentro de uma organização, desde a gestão interna até às atividades desenvolvidas pelos colaboradores, enfatizando a importância da eliminação de desperdícios. Afinal, segundo Kleszcz (2019) o *lean* é consensualmente entendido como um conceito que produz resultados tangíveis, recorrendo à eliminação de processos e atividades que não agregam valor ao produto final e, desse modo, permite a gestão eficiente de recursos na indústria cerâmica, o que vai de encontro com os objetivos do trabalho a desenvolver nas instalações da Grestel – Produtos Cerâmicos S.A.

Assim, compreendeu-se a necessidade de se aprofundar os conceitos relacionados com a metodologia, desde a simplificação e normalização dos postos de trabalho ao aumento do nível de produção e redução do tempo de ciclo das atividades.

Desse modo, em teor do âmbito da pesquisa, as palavras-chave consideradas foram *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping*, Melhoria Contínua, Criação de Valor e Eliminação de Desperdício. Os principais motores de busca para recolha de informações foram *Google Scholar*, *Web of Science*, *Science Direct*, *Springer Link*, *Taylor & Francis Online* e *Emerald Insight*.

A análise exaustiva assente nas palavras-chave enunciadas anteriormente, adotando a metodologia de pesquisa apresentada, permitiu que se aplicasse na prática os conceitos presentes na literatura. Desse modo, a investigação foi realizada num espaço temporal transversal, compreendendo a duração do estágio curricular através do método misto simples para a investigação em questão, dado que existiu a recolha de dados quantitativos e qualitativos. Ainda, considera-se que os dados recolhidos são primários e secundários, dado que resultam do contacto direto com o sistema de produção e de análise resultante de documentos relacionados com o mesmo, respetivamente.

Dado que se verificou carência quanto a registos da atividade real dos colaboradores, realizaram-se *gemba walks* ao chão de fábrica recolhendo dados através de observação estruturada, neste caso por meio da cronometragem da atividade dos colaboradores. Além disso, conduziram-se entrevistas semi-estruturadas e *focus group* de modo a aprofundar o conhecimento acerca das funções desempenhadas em ambas as secções, sendo o ponto de partida para a identificação de adversidades e oportunidades de melhoria.

1.3. Estrutura da dissertação

A dissertação em questão encontra-se distribuída em cinco capítulos fundamentais. No capítulo 1, encontra-se uma introdução ao tema em estudo, qual a sua motivação e os objetivos que se pretendem atingir. No capítulo que se segue, capítulo 2, é apresentada uma revisão sucinta da literatura pertinente para o caso de estudo, pretendendo auxiliar na compreensão do problema. Posteriormente, no capítulo 3, procede-se à apresentação da empresa que motivou o estudo, o funcionamento atual das suas instalações e as principais oportunidades de melhoria identificadas. De seguida, no capítulo 4, apresenta-se a metodologia adotada em teor da contextualização do problema e no capítulo 5 as

propostas de melhoria, bem como as estratégias tomadas para a resolução das dificuldades verificadas nas instalações da Grestel – Produtos Cerâmicos S.A.

Finalmente, no capítulo 6, constam algumas considerações finais, reflexões e sugestões, elaborados de modo a servir de suporte para pesquisas e trabalhos futuros.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O capítulo apresentado sob o âmbito de enquadramento teórico visa servir de apoio para as ferramentas e metodologias presentes no decorrer da dissertação, tendo por base as referências bibliográficas que permitiram a pesquisa de temáticas aplicáveis ao caso de estudo em questão.

2.1. Origem e filosofia de *Lean Manufacturing*

Atualmente, as empresas inseridas em contexto industrial estão expostas a um ambiente em constante mudança, restando duas opções: limitarem-se à sua própria empresa e optarem por não competir, arriscando o seu próprio futuro e longevidade, ou em alternativa podem, e devem, ultrapassar as suas fraquezas e esforçarem-se por enfrentar a concorrência global. Em condições tão difíceis, assegurar a competitividade é uma das principais tarefas das empresas. Tais ambientes de produção desafiantes submeteram as organizações a uma maior consciencialização das atividades que desenvolvem nas suas instalações, envolvendo todos os intervenientes no processo para a eliminação de desperdícios e a prática de melhoria contínua no exercício das suas funções. Segundo a premissa de que os consumidores estão apenas dispostos a pagar pelas características que conferem valor ao produto, e não os erros cometidos e desperdícios inerentes ao processo (Rawabdeh, 2005), a filosofia *lean*, mencionada primeiramente por James P. Womack no livro “*The Machine that Changed the World*” em 1990, adequa-se como uma resposta ao desafio que as organizações possuem em responder às necessidades dos seus consumidores.

A metodologia, que surgiu das contribuições de Taiichi Ohno’s durante a implementação do *Toyota Production System* (TPS) no Japão, visa a eliminação de desperdícios, redução de tempo das atividades do sistema e o aumento de qualidade. Como Stone (2012) e Pearce & Pons (2013) definiram, a sua implementação compete a eliminação de qualquer atividade que não adicione valor ao produto ou serviço final, auxiliando na redução de custos e melhorando a qualidade do processo e consequentemente do produto ou serviço final. Assim, após a introdução da metodologia em contexto industrial e análise dos resultados que surgiram da sua implementação, o seu potencial foi reconhecido e

organizações a nível global incorporam o *lean* nos seus processos e na sua cultura (Liker & Meier, 2005) (Katayama et al., 2014).

Segundo Jeffery K. Liker no seu livro "*The Toyota Way*", os princípios do *lean* podem ser resumidos em quatro elementos principais, sendo a base para a implementação de cultura de trabalho dentro de uma organização (Liker & Meier, 2005):

- é uma metodologia implementada a longo prazo;
- pretende produzir os resultados certos;
- adiciona valor à organização e ao que esta desenvolve e produz;
- desenvolve os colaboradores;
- pretende encontrar a raiz para as dificuldades encontradas na organização, promovendo a aprendizagem e desenvolvimento da organização.

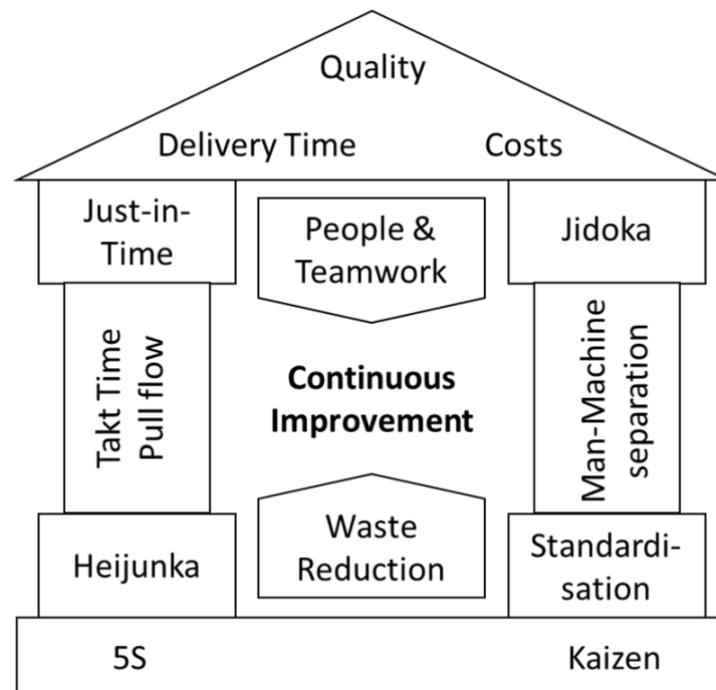


Figura 2 - Casa do *Toyota Production System* (Liker & Morgan, 2006)

Na Figura 2 encontra-se representada a “Casa do *Toyota Production System*”, o símbolo dos princípios relativos ao *Lean Manufacturing*. No teto encontra-se o foco da implementação da metodologia, o cliente e a resposta às suas necessidades, tendo-se três *Key Performance Indicators* (KPIs) de extrema relevância: a qualidade, o tempo de entrega e os custos. Desse modo, as empresas que apresentam conceitos *lean* implementados nas suas instalações são identificadas por processos simplificados, *stocks* de matérias-primas e de

produtos acabados reduzidos e uma melhor qualidade dos produtos e serviços. Ainda, os seus colaboradores apresentam um alto grau de flexibilidade e responsabilidade nas suas tarefas e organização quanto a trabalho de equipa. As estruturas ativas de resolução de problemas, locais para *kaizen* e atividades de melhoria contínua implementadas no chão de fábrica são facilmente identificáveis e existem operações de *lean manufacturing* implementadas, onde os problemas são expostos e recorrentemente resolvidos, através de uma gestão de qualidade que promove a prevenção ao invés da correção dos mesmos. Além disso, é notório um alto compromisso da organização para que toda a estrutura caminhe na direção dos objetivos delineados e que se estreitem as relações com os seus fornecedores e clientes (Sohal & Egglestone, 1994) (Mrugalska & Wyrwicka, 2017).

Em contrapartida, existem diversas barreiras para a sua implementação, como se pode verificar na Figura 3, onde os principais problemas assentam na falta de conhecimento da gestão sobre o conceito *lean*, falta de crença na validade da ação e falta de comunicação adequada levam à ocorrência de efeitos negativos como um plano de ação mal adaptado às condições e necessidades da organização.

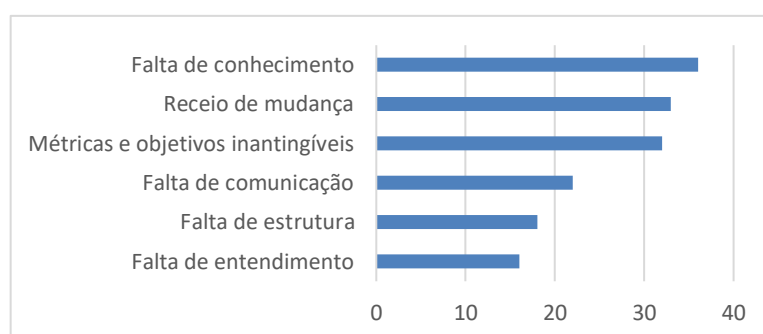


Figura 3 - Principais barreiras na implementação Lean (Kleszcz et al., 2013)

A implementação de ferramentas *lean* é deveras necessária, porém carece de suporte quanto à cooperação entre os colaboradores e melhoria contínua da cultura da organização. Algumas das barreiras e limitações apresentadas podem ser eliminadas através de formação e workshops aos gestores e colaboradores responsáveis pelo processo de produção (Kleszcz et al., 2013). Para além do foco na redução e eliminação de desperdício, a metodologia pretende aumentar a eficiência dos colaboradores através de estratégias que fortaleçam a sua motivação e espírito de liderança, tornando-os recursos multiquificados e flexíveis (Bhanu et al., 2018).

2.1.1. Conceito de desperdício (*Muda*)

Num contexto organizacional, o termo de origem japonesa *Muda* é traduzido por desperdício. Porém, de um modo mais abrangente, comporta todas as atividades presentes num processo que, apresentando custos associados, não acrescentam valor ao produto final. As empresas que pretendem a melhoria contínua dos seus processos e que o ambiente de exercício das suas funções assente sob a filosofia *lean*, devem empenhar-se para reduzir ou eliminar o desperdício presente nas suas atividades. De facto, a eliminação deste tipo de fenómeno permite verificar maior eficiência nos processos de uma organização, possibilitando que se destaque da concorrência, seja mais competitiva no mercado e aumentem o valor acrescido aos seus produtos/serviços, melhorando a relação com o consumidor: "*Customers do not pay for non-value-adding activities*" (Imai, 2007).

De acordo com a literatura, os desperdícios podem ser categorizados em sete tipos diferentes (Pinto, 2014): excesso de produção, tempos de espera, transporte, processamento incorreto, inventário em excesso, defeitos e movimentação.

2.1.2. Importância do envolvimento dos colaboradores

Apesar de alguns autores, nomeadamente Fullerton & McWatters (2002), Sakakibara (1997) e Sila (2007), considerarem que o envolvimento dos colaboradores não afeta diretamente os resultados de um processo e conseqüentemente da organização, concordam que são um grande contributo para a implementação do *lean manufacturing*, sendo que Forza (1996) vai além e declara que o envolvimento do colaborador é o seu conceito principal.

O sucesso e implementação da metodologia necessita que a organização capacite adequadamente a sua força de trabalho (Fullerton & McWatters, 2002), dado que aumenta a confiança dos indivíduos e a comunicação e relação entre eles, bem como promove que se sintam mais comprometidos e em linha com os objetivos da empresa (Gibson et al., 2007).

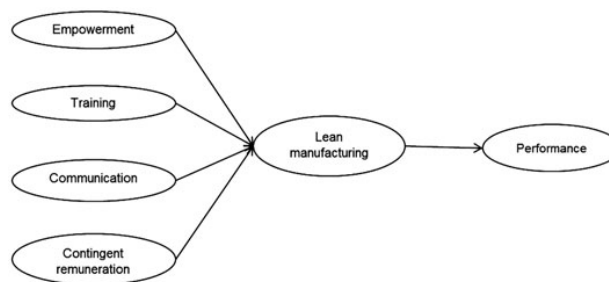


Figura 4 - Representação das práticas que aumentam a performance do colaborador (Kleszcz et al., 2019)

Assim, na literatura é destacada a necessidade de investimento em programas de treino a longo prazo, dado que a formação é crucial para a minimização de desperdícios e para uma boa *performance* dos colaboradores. Aliás, com o devido treino e aquisição de competências, os colaboradores criam dinâmicas compartilhadas entendendo melhor o processo em que participam (Guerrero & Barraud-Didier, 2004). Assim, ressaltam que é importante a realização de condutas que valorizem o funcionário e o permitam compreender a sua importância, como a cultura de *feedback* e a disposição de gráficos que demonstrem o desempenho operacional (Gibson et al., 2007).

2.2. Ferramentas *Lean*

Como enunciado anteriormente, o *lean* numa organização compete todo o ciclo de vida de produto ou serviço, desde o desenvolvimento do mesmo até à fabricação e distribuição (J. Womack & Jones, 1996), sendo implementado como uma filosofia que visa o alcance da mais alta qualidade a um custo e prazo de execução reduzidos. Desse modo, a sua implementação requer a aplicação de um conjunto de ferramentas que pretende eliminar um determinado desperdício e, portanto, devem funcionar em conjunto, sendo regularmente nomeado de *lean toolbox* (Wyrwicka & Mrugalska, 2015).

2.2.1. Gemba Walks

A palavra *gemba* compete o local físico onde os acontecimentos decorrem, isto é, onde os produtos ou serviços são desenvolvidos e onde os intervenientes atuam no processo. Segundo Ohno (2012), *gemba* é o local onde tudo acontece, isto é, onde o processo ocorre, o valor é criado e a resolução de problemas se realiza, desse modo, para o autor, é o espaço onde os custos devem ser efetivamente reduzidos. Assim, Imai (2007) concebeu o conceito *gemba-kaizen* como sendo a implementação *kaizen* a nível operacional.

Como Imai (2007) declara, a aplicação desta metodologia pressupõe visitas regulares ao chão de fábrica para a obtenção de dados e informações que permitam concluir acerca de não conformidades no processo produtivo. As denominadas *gemba walks*, também designadas de *Management by Walking Around* (MBWA), pretendem a identificação de atividades que não agregam valor ao output do processo e, por isso, acessórias e desnecessárias ao mesmo, as quais devem ser reduzidas e, se possível, eliminadas. Assim, é uma ferramenta empregue pelas organizações para medir, rastrear e analisar a *performance* dos seus processos, através da observação da atividade dos colaboradores (Rajpurohit, 2019). Quando ocorre a identificação de uma oportunidade de melhoria, devido a uma dificuldade observada no processo, o primeiro passo deve ser a deslocação ao *gemba* com a finalidade de se verificar o *gembutsu*, i.e., os dispositivos, instrumentos e materiais. De seguida, após a análise do local de trabalho é necessário identificar a raiz dos problemas e formular medidas que os colmatem. Posteriormente, implementa-se a padronização do processo, para que se a anomalia se voltar a verificar, a sua eliminação seja facilmente conduzida.

2.2.2. Kaizen

O termo *kaizen*, de origem japonesa, é composto por duas palavras: KAI (mudança) e ZEN (bom), ou seja, é uma metodologia que permite que as organizações melhorem continuamente os seus processos através de uma abordagem sistemática. Segundo Juergensen Timothy (2000), a melhoria contínua permite a redução de desperdícios e falhas, valoriza a qualidade do processo e melhora o ambiente de trabalho. Através deste método a organização adquire ferramentas que a permitam operar eficientemente, através de recolha e análise de dados, resolução de problemas e melhoria de processos.

De acordo com Jaca (2016), de modo a desenvolver condutas *kaizen* e preservá-las a médio e longo prazo, devem ser desenvolvidas rotinas e hábitos no *gemba*, formando os intervenientes no processo para a sua prática e implementação e fazendo uso da motivação e criatividade dos colaboradores.

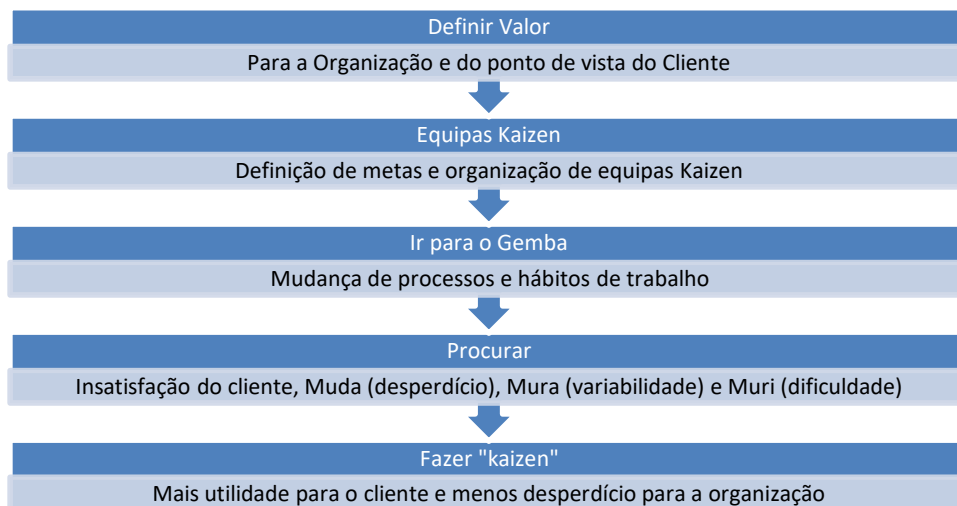


Figura 5 - As etapas Kaizen (Warwood & Knowles, 2004)

Jeffery K. Liker refere no seu livro “*The Toyota Way*” que o conceito de produção *lean* sugere um sistema capaz de oferecer as ferramentas necessárias para os colaboradores melhorarem continuamente o seu trabalho (Liker & Meier, 2005). Efetivamente, a melhoria contínua das tarefas e processos de trabalho, dos produtos ou serviços oferecidos pela organização e a eficiência de custos são objetivos que se encontram sob a alçada da filosofia *kaizen*. Em particular, os principais benefícios da aplicação desta filosofia que visa a melhoria contínua dos processos através de mudanças positivas, como Williams (2001) e Randhawa & Ahuja (2018) enunciam, estão representados na Figura 6.

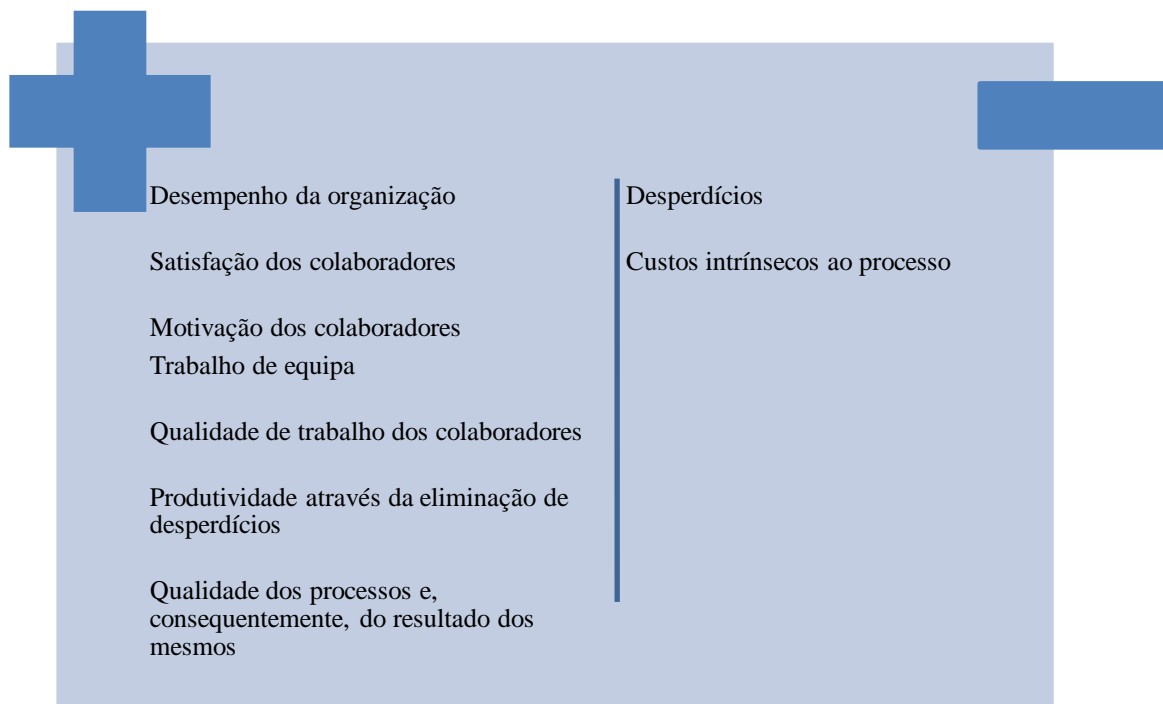


Figura 6 - Princípios do Kaizen Williams (2001) Randhawa & Ahuja (2018)

O *kaizen* é também visto como uma oportunidade para o desenvolvimento de soluções criativas para a colmatação dos problemas encontrados, posteriormente as conclusões devem ser partilhadas com toda a organização e utilizadas em sessões de aprendizagem futuras, de modo a garantir que o erro não se perpetua ou volta a repetir daí em diante. O fornecimento do nível de treino adequado permite que os colaboradores adquiram a capacidade de identificação de problemas e a independência de formular soluções que os resolvam. Como mencionado anteriormente, existem cerca de 7 desperdícios que se podem encontrar nas atividades desenvolvidas em chão de fábrica, a melhoria contínua é uma filosofia que permite a sua identificação e eliminação.

2.2.3. Standard Work

A uniformização de tarefas, processos, materiais e equipamentos assegura a consistência das atividades em operação, servindo como aliada na redução de imprecisões e oscilações de processos (Pinto, 2014). Assim, através do TPS surge a conceção de *standardized work*, que pelo que o nome indica, designa a uniformização e padronização de processos, permitindo a redução de vários tipos de desperdícios e de desvios e incoerências no exercício das atividades.

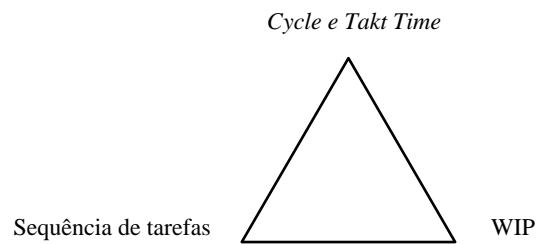


Figura 7 – Princípios do *standard work*

A base para a realização do *standardized work* assenta em três pilares: tempo de ciclo e *takt time*; sequência de tarefas, que deve ser clara e reduzida aos seus elementos básicos, seguindo a ordem adequada da sequência que levam à realização da tarefa e o nível de *Work-In-Progress* (WIP), isto é, a quantidade mínima de materiais que se encontram no processo produtivo e que é necessário para que a tarefa se realize eficientemente.

Sayer Williams & Bruce (2012) defendem que os procedimentos que contenham *standard works* devem estar disponíveis a todos aqueles que participam no processo, sendo comunicada a sua pertinência para que auxiliem os colaboradores que se encontram no exercício de atividades que as desempenhem da maneira mais eficiente possível. Assim sendo, a sua aplicação deve apresentar tarefas fáceis e seguras para os colaboradores, que permitam determinar e avaliar a sua *performance*, sendo uma base sólida para a manutenção e melhoria do processo (Imai, 2007). Ainda, o conceito contribui para a identificação e implementação de oportunidades de melhoria. De facto, a existência de tarefas *standardizadas* permite que qualquer desvio no sistema se torne evidente e, para além disso, graças a possibilitar um maior controlo sob o processo, faz com que qualquer melhoria implementada ao invés de ser ignorada e tida como uma variação ocasional, seja algo consistente ao longo do tempo (Dirgo, 2005) (El-Homsi & Slutsky, 2009).

2.2.4. Metodologia 5S

A metodologia 5s surgiu no Japão através de Hiroyuki Hirano, sendo maioritariamente uma técnica de organização e gestão de espaços de trabalho. O seu objetivo é criar ambientes de trabalho mais limpos e organizados e que, conseqüentemente, isso aumente fatores como a segurança, qualidade e produtivo da secção. A metodologia é popularmente conhecida como “5S” pois inclui 5 passos iniciados pela letra em questão.

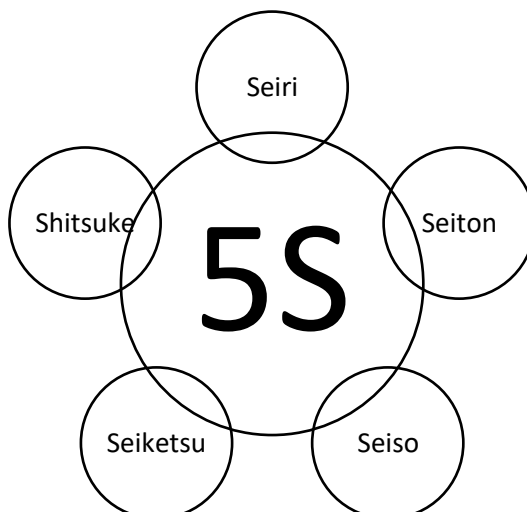


Figura 8 - Metodologia 5S

A primeira fase designa-se por *Seiri*, isto é, a seleção e distinção dos materiais necessários dos desnecessários, retirando da secção todas as ferramentas que não são utilizadas. Posteriormente, tem-se a *Seiton*, a organização do espaço de trabalho de modo que a seleção do material a utilizar seja realizada eficientemente, evitando desperdícios temporais. A *Seiso* compreende a limpeza e criação de um plano regular de manutenção e limpeza do local de trabalho. O *Seiketsu* envolve a padronização, isto é, a transformação dos esforços enunciados nos três pontos anteriores em hábitos regulares, por exemplo, a criação de um controlo diário dos 5S indicando as tarefas a decorrer e o responsável por cada uma delas. Por último, a *Shitsuke* significa manutenção, ou seja, quando os procedimentos estiverem implementados, pretende que se mantenha a recolha e análise dos padrões e dados, de modo a verificar se as estratégias implementadas surtem efeito e se alguma tarefa necessita de ser alterada.

É importante que a administração, gestão interna e todos os colaboradores que operem na secção, estejam consciencializados da importância e pertinência da aplicação da metodologia, dado que é uma técnica bastante sensível à falta de compromisso e de planeamento estratégico. Apesar de através do fortalecimento em questões de segurança e cultura de trabalho conseguir melhorar a *performance* da secção e dos colaboradores e a sua motivação, qualquer resistência à mudança é facilmente perceptível aquando da monitorização da secção (Warwood & Knowles, 2004) (Rajpurohit, 2019).

2.2.5. Ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA)

O ciclo iterativo de quatro etapas *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), desenvolvido por W.Edwards Deming, é um modelo bastante popular para a melhoria contínua de processos sendo um aliado no processo de tomada de decisões. Resumidamente, transmite a uma organização como deve planejar uma ação, desempenhá-la e monitorizar se se encontra em conformidade com o plano, atuando sob os resultados obtidos (Moen & Norman, 2009).

A sua origem remonta a 1939, quando Dr.Walter A.Shewhart elaborou a primeira versão do “Ciclo de Shewhart” que apresentava três etapas representadas em círculo e que estabeleciam um processo científico de aquisição de conhecimento: especificação, produção e inspeção, isto é, realizar uma hipótese, conduzir um experimento e testar a hipótese formulada (Moen & Norman, 2009).

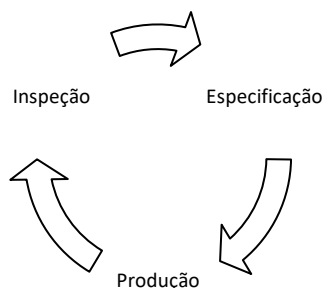


Figura 9 - Ciclo de Shewhart

Posteriormente, Deming sentindo-se inspirado pelos conceitos apresentados por Shewhart, modificou o “Ciclo de Shewhart” para a integração de 4 passos num novo ciclo, o “Ciclo de Deming”, reforçando a importância da interação contínua entre *design*, produção, vendas e pesquisa, assegurando sempre a qualidade de produto/serviço como objetivo principal. Ao abrigo do “Ciclo de Deming”, surgiu o ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) como o conhecemos hoje em dia e que foi popularizado na indústria japonesa nos anos 50 (Moen & Norman, 2009). Este ciclo compreende 4 etapas para a resolução de problemas e inclui:

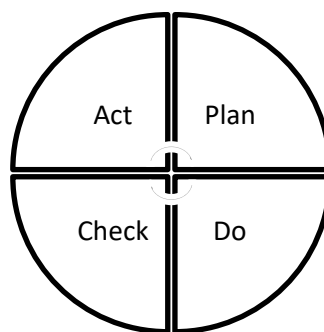


Figura 10 - Representação ciclo PDCA

1- *Plan* - Nesta fase define-se a estratégia a implementar através da análise e definição do problema, aferindo qual o conjunto de atividades em que a organização decidirá operar e quais as possíveis causas e práticas que solucionam as oportunidades de melhoria encontradas. Ainda, existe o estabelecimento de objetivos e estratégias que os alcancem, em como das métricas que permitirão a sua análise.

2 - *Do* - A implementação da estratégia elaborada na primeira fase deve compreender três fases: comunicação e instrução quanto à estratégia, determinação de metas e definição de indicadores de desempenho que permitirão a monitorização das estratégias implementadas (Kaplan & Norton, 1996).

3 - *Check* - O controlo da implementação consiste na monitorização das ações estratégicas implementadas, isto é, analisa-se se as soluções testadas conduziram aos objetivos propostos na primeira fase. Esta fase pode consistir na análise de *milestones*, pontos críticos durante a implementação da estratégia e que foram delineados como pontos de controlo do mesmo, ou dos resultados obtidos, sendo que qualquer desvio da estratégia ou das metas estabelecida deve ser registado (Sciences, 2015).

4 - *Act* - Analisando o progresso da estratégia implementada e a concordância com os resultados obtidos, afere-se se a mudança testada ofereceu resultados satisfatórios, padroniza-se a mesma e implementa-se a solução. Caso contrário, volta-se à fase de planeamento e percorre-se o ciclo de novo considerando uma alternativa de solução diferente.

O ciclo PDCA permite assim a prevenção de ocorrência de erros, estabelecendo procedimentos e a melhoria contínua dos mesmos Ishikawa afirmou: “*Se os padrões e os regulamentos não são revistos no espaço de seis meses, é a prova de que ninguém os está a usar seriamente.*” (Dewey, 1966).

2.2.6. Root Cause Analysis

A *Root Cause Analysis* é uma metodologia sistemática ao abrigo da filosofia *lean* que pretende apurar as causas que justificam determinado fenómeno, uma vez que reparando determinado acontecimento através da sua fonte, se pode solucionar conveniente e eficazmente o problema (Rajpurohit, 2019). O procedimento considera cerca de 6 ferramentas que podem ser aplicadas de modo a aferir-se a razão para determinado acontecimento: 5 porquês, *Diagrama Ishikawa*, Histograma, Diagrama de Árvore, Diagrama de Afinidade e Diagrama de inter-relação.

Em particular, o *Diagrama de Ishikawa* foi criado com o objetivo de classificar as possíveis causas de um problema. A sua criação remonta a 1943 quando o professor Kaoru Ishikawa pretendia ilustrar como os elementos de manufatura poderiam ser categorizados e conectados entre si. Esta ferramenta promove a recolha de dados ao realçar lacunas nas áreas de competência e conhecimento. Segundo Fredendall et al (2002), o *Diagrama Ishikawa* é, no fundo, como “*um exercício de brainsorming estruturado*”. Efetivamente, a lógica assenta em que não é suposto abandonar o exercício até que a relação causa-efeito de um problema seja compreendida, de modo que se apurem as causas para que se possa tomar ações que as colmatem. A ferramenta tem a vantagem de ser simples de usar, promover estrutura ao mesmo tempo que permite alguma criatividade e funciona melhor quando o problema está devidamente definido e orientado por dados (Scholtes, 1988) (Doggett, 2005).

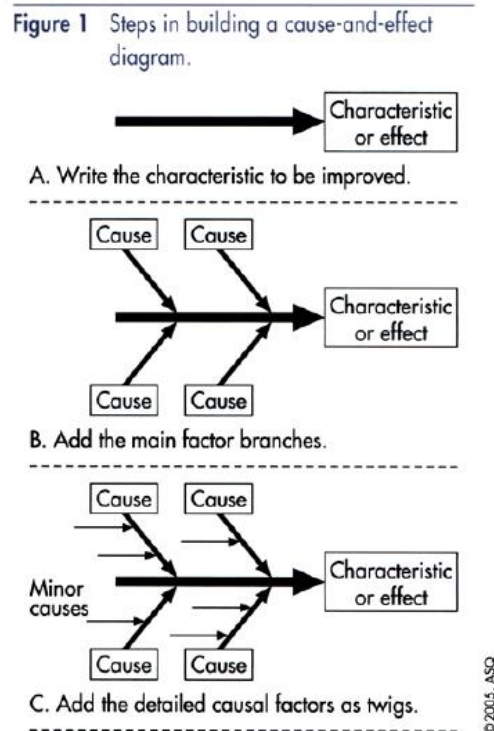


Figura 11 - Processo de criação de um diagrama de Ishikawa (Doggett, 2005)

2.2.7. *Poka Yoke*

O humano é um ser passível de cometer erros, seja por esquecimento ou pura inexperiência na atividade que desempenha e, dentro de uma organização, qualquer erro significa custos desnecessários para a mesma. Efetivamente, o acontecimento de erros é inevitável, sendo que muitas vezes são detetados através de inspeções que devem ser realizadas regularmente, ou em casos mais críticos, pelo consumidor final. A não implementação de um processo ou procedimento adequado pode resultar na produção de um produto acabado que não esteja de acordo com o padrão previamente definido (Mihály et al., 2017). Porém, a ocorrência de erros pode ser reduzida e até colmatada, tendo em conta que os colaboradores estão menos propensos a tal fenómeno se lhes for concedida formação adequada e um sistema de produção baseado na prevenção de defeitos. Desse modo, surgiu uma técnica que permite evitar erros simples no local de trabalho.

Shingo (1986) definiu o conceito *poka yoke* (PY) como uma técnica *lean* cujo objetivo era impossibilitar a ocorrência de erro na produção ou utilização de produtos. Com o decorrer de tarefas repetitivas e sistemáticas, o *poka yoke* liberta a mente do colaborador para alcançar níveis superiores de criatividade e empenho em atividades que acrescentem

valor ao processo (Shimbun, 1989). Existem dois tipos de funções de *poka yoke*, de controlo e de advertência. O primeiro interrompe o processo enquanto o último alerta o operador piscando ou emitindo algum tipo de som. Alguns autores sugerem que o primeiro deve ser usado para minimizar o risco de erro humano, enquanto o último deve ser usado para prevenir a falha da máquina ou componente (Lazarevic et al., 2019).

2.2.8. Value Stream Mapping (VSM)

Muitas empresas inseridas em contexto industrial dependem da gestão *lean* para moldar os seus sistemas de produção e lidar com as dificuldades atuais por meio de maior eficiência. Os cinco princípios elementares do *lean* são: *value*, *value stream*, *flow*, *pull* e *perfection* (J. Womack & Jones, 1996). Existe uma variedade de métodos *lean* disponíveis para colocar tais princípios em prática, podendo ser usados de forma independente ou como parte de um sistema maior. O *Value Stream Mapping* (VSM) é a forma recomendada de implementação do *Lean Management* no sistema de produção e é uma possibilidade particularmente promissora (Grewal, 2008), sendo uma ferramenta amplamente utilizada para a análise e mapeamento de processos e identificação de oportunidades de melhoria, isto é, um suporte para o desenvolvimento de linhas de produção mais eficientes.

A sua criação prende-se com a aplicação real dos conceitos do *Lean Thinking*, com o objetivo de identificar e eliminar desperdícios no processo, a fim de reduzir o *lead time*. Tais resíduos são investigados principalmente usando a caminhada do *gemba* para a criação de um mapa de fluxo de valor no estado em que se encontra (Tyagi et al., 2015). Assim, ao abordar esta ferramenta, é fundamental estabelecer uma definição clara de *Value Stream*, isto é, de cadeia de valor. Segundo J. P. Womack et al (1991), um fluxo de valor é "*o conjunto de todas as etapas necessárias para transmitir um único produto através de três importantes tarefas de gestão: resolução de problemas, gestão de informações e transformação física*". O objeto de valor, ou seja, o produto com as especificações requeridas pelo cliente, passa pela cadeia do processo produtivo até chegar ao consumidor final. Assim, existem atividades que impactam o objeto de valor por meio de transformação ou combinação e o VS total é igual à soma de todos os objetos de valor ao longo da cadeia do processo de produção.

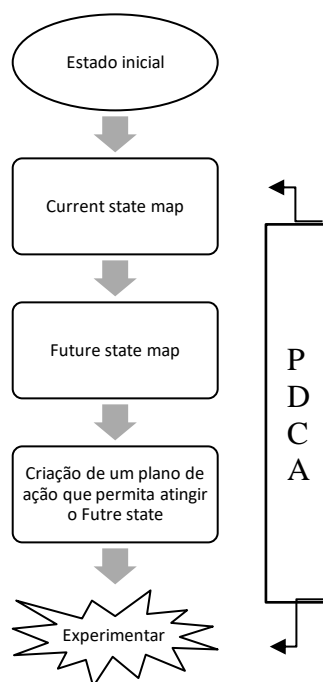

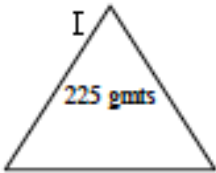
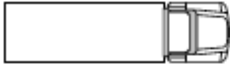




Figura 12 - Fases de implementação do VSM

O estado inicial compreende a identificação das atividades que não acrescentam valor ao estado atual, após é desenhado o estado atual do processo, o VSM *As Is*. Posteriormente, identificam-se as oportunidades de melhoria onde é possível a eliminação de desperdícios e é elaborado um mapa do fluxo de valor do estado futuro, VSM *To Be*, que quando comparado com a forma como a organização funciona atualmente, frequentemente implica uma grande mudança. O objetivo do método é detetar e minimizar o desperdício no processo de fabricação (Tyagi et al., 2015). Como resultado, é criada uma estratégia de implementação passo a passo para dar vida ao estado futuro, sendo colocado em prática de modo a experimentar-se as melhorias sugeridas.

Fundamentalmente, o VSM é utilizado para encontrar potenciais oportunidades de melhoria, analisando os desperdícios presentes no processo. Assim, o objetivo é a utilização de ferramentas *lean* para incentivar a criação de valor e promover a qualidade, ao invés de apenas identificar e reduzir o desperdício (Tyagi et al., 2015). Em particular, o VSM emprega símbolos, métricas e setas para representar e aprimorar o fluxo de *stock* e informações necessárias para fabricar e entregar um produto ou serviço a um cliente. Assim, é uma representação visual que permite localizar onde os desperdícios se formam. Os mapas de fluxo de valor são utilizados para avaliar os processos de produção atuais e projetar estados ideais e futuros.

Tabela 1 - Simbologia popularmente utilizada no Value Stream Mapping

Símbolo	Descrição																				
	Fonte																				
<table border="1" data-bbox="389 593 606 869"> <thead> <tr> <th colspan="2">Process Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td># of Operators</td> <td></td> </tr> <tr> <td># of Shifts</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cycle Time 1 pc.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Batch Size</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Process Time</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Scrap/Rework %</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C/O Time</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Uptime %</td> <td></td> </tr> <tr> <td>First Pass Yield %</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Process Name		# of Operators		# of Shifts		Cycle Time 1 pc.		Batch Size		Process Time		Scrap/Rework %		C/O Time		Uptime %		First Pass Yield %		Tabela de dados do processo
Process Name																					
# of Operators																					
# of Shifts																					
Cycle Time 1 pc.																					
Batch Size																					
Process Time																					
Scrap/Rework %																					
C/O Time																					
Uptime %																					
First Pass Yield %																					
	Inventário																				
	Camião de expedição																				
	Informação manual																				
	(1) <i>Value Added Time</i> do processo (2) <i>Non value added time</i> do processo																				

O VSM apresenta como vantagens o auxílio que emprega em permitir a observação do processo e a previsão de fluxos de valor futuros, o fornecimento de uma linguagem e compreensão comuns para que todos as partes da organização possuam a mesma visão e a integração de fluxos de materiais e informações na mesma ferramenta visual (Silva, 2012). Porém, pode induzir o *decision maker* a erro dado que na sua fase de *current state*, apenas providencia informação quanto às áreas a explorar e que necessitam de intervenção no momento. Apesar de tal limitação, é uma ferramenta que permite ser o elo de ligação de outras ferramentas e até mesmo de entidades dentro de uma organização, aumentando a motivação e empatia dos mesmos e melhorando continuamente os processos e a implementação *lean* na organização.

2.2.9. Balanceamento da linha de produção

A ferramenta de balanceamento da linha de produção visa a criação de um fluxo contínuo nas atividades que conduzem a determinado *output*, permitindo a redução de desperdícios e um maior controlo do processo. Mais especificamente, pretende colaborar na resolução do problema de afetação de tarefas a postos de trabalho, com vista a equilibrar a carga de trabalho e a diminuição de tempos inativos nos postos, dado que estes não agregam valor ao *output* do processo. Assim, o gráfico de balanceamento, ou *Diagrama*, possibilita analisar visualmente a quantidade de tempo necessário para cada tarefa, evidenciando aquelas cujo tempo não satisfaz a procura do consumidor. Assim, como Townsend (2012) salienta, a elaboração deste gráfico requer que se conduza um estudo aprofundado de todas as atividades integrantes da linha de produção, bem como do tempo de ciclo de cada posto de trabalho.

Segundo Wilson (2009), o gráfico de balanceamento permite observar três constituintes principais do processo de produção: o grau de balanceamento, que é observado através da comparação entre as alturas das barras, possibilitando analisar se o processo se encontra desequilibrado e o que se pode ganhar ao reequilibrá-lo; o tempo de espera, através da distância entre a linha do *takt time* ao topo das barras do gráfico (o tempo de ciclo de cada posto de trabalho) e os *bottlenecks*, isto é, os gargalos do sistema que são exibidos através da altura das barras. Ainda, qualquer tarefa que ultrapasse a linha do *takt time* reflete a existência de excesso de produção, enquanto as tarefas que não alcancem a dita linha representam a existência de desperdícios de tempo (Townsend, 2012). Dado que, como declarado anteriormente, o objetivo principal da ferramenta é a uniformização dos tempos de ciclo dos postos de trabalho de modo a mantê-los sob a linha do *takt time*, Townsend (2012) sugere que se balanceie cada posto para cerca de 95% do *takt time* de modo a garantir-se margem que considere a existência do “*human factor*”.

2.2.10. Key Performance Indicators (KPIs)

Um ambiente de manufatura pode ser constantemente afetado por diversos tipos de atividades e processos e a análise de *performance* do sistema é frequentemente utilizada pelas organizações para garantir que estão no caminho certo (Ishaq Bhatti et al., 2014). De tal forma que, para se tirar ilações acerca do desempenho de um processo, é necessário que as organizações estejam familiarizadas com métricas adequadas que avaliem adequadamente o mesmo. Ainda, as organizações devem formular estratégias de modo a determinar a direção

do seu desenvolvimento, em que os indicadores definidos estimulem o comportamento necessário para o alcance dos resultados que a organização ambiciona obter (Mikušová & Janečková, 2010).

Cada organização é diferente da outra, conseqüentemente, diferentes organizações utilizam diferentes métricas para avaliar o seu desempenho. Os indicadores são o elemento básico de qualquer sistema de medida de desempenho e Rolstadås (1998) observou que as métricas de desempenho escolhidas por uma organização são um critério de inter-relação entre eficácia, eficiência, qualidade, produtividade, qualidade de vida no trabalho, inovação e lucratividade. O desafio para cada organização assenta assim na escolha de quais os indicadores de desempenho, métricas e valores de desempenho são relevantes para sua respectiva situação e contexto (Ishaq Bhatti et al., 2014).

A fim de se verificar a sua implementação, é necessário ter em consideração o que se quer medir efetivamente, respondendo a três perguntas cruciais: a razão da medição de determinado fenómeno, o que será medido e como medir. Ainda, é necessário considerar quem irá reagir aos dados obtidos e o que irá ser realizado com a informação obtida (Mikušová & Janečková, 2010). Existem vários KPIs enunciados na literatura e utilizados por várias empresas, a seguir são apresentados apenas as métricas que se adequam ao estudo de caso em questão.

2.2.10.1. Qualidade

A qualidade é o indicador-chave para o sucesso de qualquer organização. Atualmente, face à grande oferta no mercado, os clientes são cada vez mais rigorosos e exigentes na qualidade dos serviços e produtos que pretendem adquirir. A maioria das organizações concentra o seu objetivo na melhoria contínua da qualidade dado que assume um compromisso com os seus clientes atuais e, para além disso, ambiciona destacar-se no mercado para atrair novos consumidores. Existem várias perspetivas quanto a medidas de qualidade na literatura, mas considerando o estudo de caso e o mercado atual, os seguintes são contemplados: *outputs* devolvidos, qualidade de entrada e saída do produto e confiabilidade do produto (De Toni & Tonchia, 2001).

2.2.10.2. Tempo

Junto com a qualidade, o fator temporal é determinante para uma *performance* bem-sucedida da organização. Além disso, quase todas as organizações em algum momento da sua existência, já se depararam com a seguinte questão "*Como posso entregar produtos*

com qualidade e dentro do prazo estipulado aos meus clientes?”. White (1996) esclarece que o tempo pode assumir várias formas dentro de uma organização: *lead time*, tempo de ciclo, tempo de processamento do pedido, tempo de resposta, tempo de processamento de material, distância percorrida, tempo de ciclo de decisão, entre outros.

Mais precisamente, o *takt time* (TT) é descrito como o tempo necessário para se completar um produto de modo a satisfazer a procura do consumidor (Townsend, 2012). De facto, o conceito sugere assim a coordenação entre o ritmo de produção da organização e a procura do mercado, permitindo a configuração dos processos de produção em função das necessidades do consumidor (Koenigsaecker, 2012). A equação (1) corresponde ao *takt time* que é calculado através da divisão do tempo disponível para satisfazer um pedido de um cliente (normalmente associado ao turno de trabalho) e a procura do cliente:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ total\ disponível}{Procura\ média\ do\ cliente} \quad (1)$$

De destacar que o cálculo do *takt time* deve atender apenas ao tempo de trabalho efetivo, isto é, tempos associados a paragens de máquina não planeadas, deslocações desnecessárias, trocas de componente, entre outros tipo de desperdícios temporais não devem ser considerados (Sayer Williams, Bruce., 2012).

Um dos grandes desafios da implementação do *lean manufacturing* reflete-se na análise precisa do fluxo de trabalho, assim o *cycle time* (CT) é um indicador muito valioso para a compreensão clara do sistema de produção. De facto, esta métrica expressa o tempo real da execução de uma atividade por parte do colaborador, ou seja, refere-se ao intervalo de tempo que existe entre a mesma tarefa ser novamente realizada (J. P. Womack et al., 1991). Este indicador permite a divisão entre as atividades que conferem valor adicionado ao produto e aquelas que não acrescentam valor ao mesmo (Northrup, 2004).

Segundo Imai (2007), a intenção subjacente ao *Just-In-Time* (JIT) é a aproximação do *cycle time* ao *takt time*. Especificamente, tempos de ciclo superiores ao *takt time* correspondem a atrasos na entrega do *output* ao cliente, enquanto tempos de ciclo fundamentalmente inferiores ao *takt time* constituem a possibilidade de sobreprodução e de utilização desnecessária de operadores, isto é, um valor de recursos em utilização superior ao que é necessário em teoria (Rother, 2001). Inclusive, se um posto de trabalho opera

substancialmente a um ritmo superior que o seguinte, poderá existir acumulação de unidades durante o fluxo de trabalho (Townsend, 2012).

Por último no âmbito do indicador temporal, tem-se o *lead time*. O *lead time* (LT) refere o tempo desde a receção do pedido do consumidor até o envio do produto ao mesmo. Isto é, se nos concentrarmos apenas no âmbito da produção, indica o tempo necessária para a produção de um produto completo (Wilson, 2009), ou seja, numa linha de produção é a soma dos tempos de ciclo de cada um dos postos de trabalho (Townsend, 2012).

2.2.10.3. Fiabilidade de entrega

Os indicadores precedentes sugeriam que, em mercados tão desafiantes, o atendimento ao cliente pode fazer a diferença. Nesse seguimento, a confiabilidade na entrega é o indicador que expressa a capacidade que uma empresa possui em entregar os produtos de acordo com o prazo planeado junto do cliente. White (1996) contempla que este KPI incorpora diversos aspetos, sendo considerados os seguintes: cumprimento do prazo, percentagem de entrega atempada, percentagem de pedidos com quantidade correta e tempo de atraso médio.

Em suma, existem vários indicadores na literatura que podem ser aplicados para medir a *performance* do processo numa organização de manufatura. Assim, as organizações devem concentrar os seus esforços na seleção dos indicadores de desempenho que mais se relacionam com a estratégia e o contexto da sua situação específica (Heckl & Moormann, 2010), tendo em consideração que o sistema de medição de performance é um mecanismo para se atingir determinada meta, não a meta em si (Mikušová & Janečková, 2010).

2.2.11. Karakuri

Madu & Georgantzas (1991) referem que dada a emergência que as organizações possuem em continuamente se adaptar e competir num mercado em constante evolução, apoiam-se na automatização dos seus processos de modo a aumentar a produtividade dos mesmos. A quantidade certa de automatização no local certo é capaz de oferecer inúmeros benefícios com a criação de um ambiente semi-automatizado em harmonia com o trabalho desenvolvido por mão humana (Bhanu et al., 2018), assim surge o *karakuri*, um conceito que visa a implementação de automatização simples através de fenómenos físicos elementares.

O termo *karakuri* remonta ao século 17 no Japão, onde era frequente a comercialização de fantoches tradicionais que surpreendiam as plateias com movimentos complexos sem apresentar qualquer tipo de eletricidade incorporada ou auxílio exterior. A tecnologia foi desenvolvida através das engrenagens utilizadas na fabricação de relógios e, assim, considera-se que o termo *karakuri* provém do verbo *karakuru* que significa “puxar, esticar e mover um fio”, sendo muitas vezes apontados como precursores dos *robots*. Atualmente, o termo *karakuri* foi adotado pela filosofia *lean*, referindo-se a dispositivos que permitem a automatização simples de determinada operação, realizando movimentos complexos com pouca ou nenhuma assistência externa (Bhanu et al., 2018). Desse modo, possibilitam que as operações se tornem fundamentalmente mais fáceis e se aumente a sua produtividade. Ainda, dado o seu desenvolvimento e implementação relativamente simples, oferece soluções flexíveis e económicas, não requerendo muita manutenção e permitindo um retorno do investimento substancialmente mais rápido do que dispositivos automatizados mais sofisticados (Bhanu et al., 2018) (Murata et al., 2013) (Katayama et al., 2014).

Na constituição de máquinas e dispositivos utilizados em contexto industrial, estão presentes mecanismos simples ou básicos desde molas e engrenagens, até manivelas, alavancas e ligações. Apesar dos avanços visíveis em termos de tecnologia, tais componentes continuam a desempenhar um papel crucial na transmissão de força entre a fonte e a máquina e o *karakuri* pretende dar asas à criatividade no desenvolvimento dos mecanismos simples para tornar as operações mais produtivas e ergonómicas, simplificando as operações e mitigando a carga de trabalho (Bhanu et al., 2018). Desse modo, o *karakuri* é uma alternativa que recorre a fenómenos físicos elementares, como força gravítica, transmissão de força, mecanismos de polia, utilização de roda dentada, entre outros.

Tendo em conta que em termos de contribuição de literatura, os artigos que mencionam esta ferramenta ainda sejam escassos, um dos principais veículos de difusão do conceito é o *Karakuri Exhibition*, uma conferência internacional coordenado pelo Japan Institute of Plan Maintenance (JIPM) que permite a transferência de conhecimentos e abordagens *karakuri* entre especialistas e empresas (Katayama et al., 2014). Cerca de 400 produtos e dispositivos que implementaram melhorias reais são exibidos anualmente durante a conferência, contribuindo assim para o desenvolvimento da indústria de manufatura a nível global (Bhanu et al., 2018).

2.2.12. Análise de tempos e métodos de trabalho

A análise das atividades e processos relativos ao sistema de produção do ponto de vista dos tempos de operação é uma metodologia amplamente utilizada ao abrigo da gestão *lean*. Os primórdios desta abordagem remontam ao início do séc.XIX onde Frederick W.Taylor através do seu livro “*Principles of scientific management*”, aferiu que nas boas práticas de gestão para se atingir resultados consistentes se deveriam considerar estudos de atividade, estudo de tempos e incentivos que motivassem a força trabalhadora para determinar o desempenho do processo. Conforme descrito por Barnes (1937), o estudo de tempos possibilita a determinação do tempo utilizado por um recurso qualificado, a um ritmo normal, na realização de uma tarefa específica.

De acordo com Rother (2001), a cronometragem deve realizar-se separadamente, discriminando os elementos de trabalho durante o processo de recolha de dados, ao invés de se considerar o tempo total que um colaborador leva a desempenhar a sua atividade. Isto porque, o tempo global poderá incluir tempos associados a fenómenos que não acrescentem valor ao processo, tais como tempos de espera ou tempos relacionados a deslocações desnecessárias do colaborador ou recurso. Ainda, se reforça a importância desta definição tendo em conta que o desperdício não é parte constituinte da tarefa em operação e o seu objetivo é de facto, eliminá-lo (Wilson, 2009). Ainda, Chase et al (2007) referem que a normalização da duração de uma atividade obtém-se com recurso à média dos tempos registados, sendo que Wilson (2009) declara que o número de registos de um ciclo de tempo deve estar entre 10 a 5 repetições.

Mais precisamente, a identificação, análise e eliminação do *bottleneck* é crucial para se alcançar um sistema eficiente e que responda à procura do consumidor, sendo possível graças ao estudo dos tempos de operação das atividades envolvidas no processo produtivo (Wolniak et al., 2018). A definição de *bottleneck* compreende todo o departamento, instalação, máquina ou recurso envolvido na atividade do processo que não permite que este atue na sua máxima capacidade, limitando o *throughput* do sistema, ou seja, a sua taxa de transferência efetiva (Wolniak et al., 2018). A ausência de *bottlenecks* no sistema de produção significa que este é capaz de responder ao mercado e à previsão de consumo do consumidor (Wolniak et al., 2018).

3. CASO DE ESTUDO

O presente capítulo foca-se na caracterização do caso de estudo, sendo realizada uma apresentação da Grestel – Produtos Cerâmicos S.A., onde se insere a unidade de Logística, e mais propriamente, de Embalamento, onde se centrou o estudo em questão. Posteriormente, descreve-se toda a situação atual do processo de embalamento dos produtos da Grestel, bem como as oportunidades de melhoria identificadas.

3.1. Apresentação da Empresa

Fundada em 1998 graças à colaboração e empenho de dois sócios fundadores com formação em Engenharia da Cerâmica e do Vidro, a empresa situa-se no concelho Vagos e dedica-se à produção de louças utilitárias e artigos de mesa, forno e acessórios em grés fino. A Grestel insere-se numa indústria com uma forte componente de mão de obra, dado o cunho artesanal dos seus produtos, sendo que ambiciona combinar tal característica com as mais recentes tecnologias, de modo a produzir produtos inovadores de grande qualidade, destacando-se no seu setor de atividade e satisfazendo os seus clientes. A história da empresa encontra-se resumida na Figura 13.

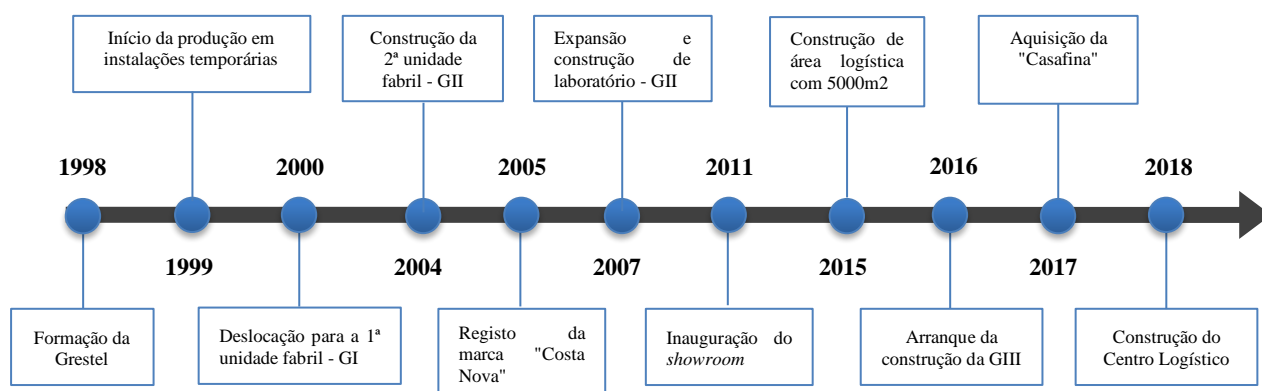


Figura 13 - Desenvolvimento da Grestel – Produtos Cerâmicos S.

Ainda, com cerca de 3 instalações de produção, Grestel I, Grestel II e Grestel III, um centro logístico e um armazém *outlet*, emprega cerca de 750 colaboradores, 85% dos quais se enquadram no departamento de Produção, focando-se num desenvolvimento económico, social e comercial eficiente e sustentável, dada a necessidade de competir

ativamente no setor onde se insere. Na Figura 14 é possível observar-se uma análise ao volume de faturação entre 2010 e 2020, onde se encontra representado o crescimento considerável desta empresa.

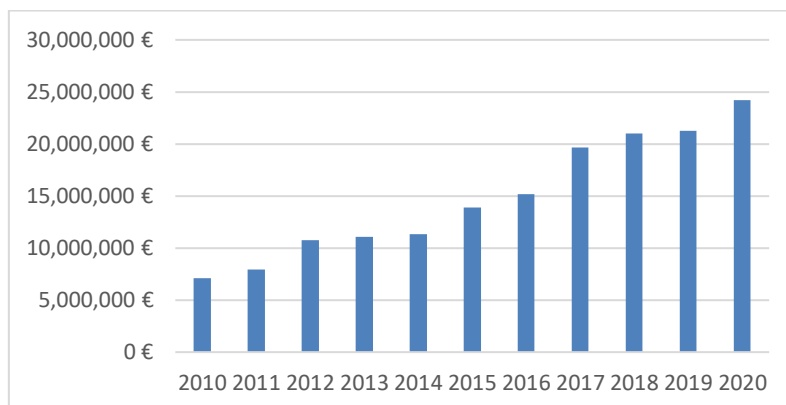


Figura 14 - Análise de faturação entre 2010 e 2020

3.1.1. Produtos e modelo de negócio

Dentro do setor de artigos e acessórios de mesa, a Grestel apresenta uma grande variedade de itens e referências, cerca de 10100 comercializadas entre os anos de 2019 e 2020. Apesar de ambicionar ver as suas próprias marcas reconhecidas internacionalmente, e estar a apostar fortemente nesta vertente desde 2005, a produção nas suas instalações é essencialmente orientada para a exportação, representando cerca de 90% da faturação da empresa. A produção para *Private Label* (PL) assenta numa estratégia *pull*, isto é, funciona sob encomenda do cliente em que as peças são confeccionadas e embaladas nas instalações da Grestel, consoante as especificações do mesmo. Atualmente, os seus principais clientes são William Sonoma, Euromarket e Crate & Barrel, estando ainda representada em lojas internacionais de renome como Polo Ralph Lauren Home Collection, Zara Home, Amazon, entre outros.

A Grestel possui quatro marcas registadas, dentro das quais as com maior volume de negócio são a Costa Nova com comercialização no nosso país e a Casafina, uma empresa adquirida em 2017, nos Estados Unidos da América. A marca Costa Nova, criada em 2005, encontra-se espalhada por mais de 50 países, em setores como hotelaria, passando por restauração e comércio a retalho. Por sua vez, a Casafina, empresa fundada em 1981 e adquirida em 2017, encontra-se bem posicionada no mercado norte-americano, sendo um dos focos da Grestel fixá-la no mercado europeu. Relativamente à sua venda ao consumidor, as peças podem ser adquiridas em quantidades reduzidas nos locais apropriados, como a loja

online ou qualquer loja física desde Aveiro, Lisboa, e mais recentemente, Porto. Quanto a quantidades mais significativas de peças, estas são adquiridas sob encomenda e destinam-se essencialmente ao domínio de hotelaria, restauração e lojas de retalho no mercado externo (Brasil, Rússia, Coreia do Sul, entre outros).

Assim, para as Marcas fica-se perante uma situação de produção para *stock*, isto é, a produção é planeada consoante análises de mercado e previsões de procura que analisam o *stock* existente e a rotatividade de cada um dos produtos. Dado que para esta vertente operam em sob uma estratégia *push*, é possível controlar o ritmo de produção, planeando a mesma segundo as análises acima mencionadas. Caso se verifique uma encomenda de elevadas dimensões, quer Costa Nova quer Casafina, adota um comportamento de produção sob encomenda. Na Gráfico 1, encontra-se o total de faturação dos últimos 5 anos, relativo a MR. Como é possível observar-se, os valores cresceram significativamente, descartando 2020 e a situação atípica que se refletiu na economia a nível global, e ambiciona-se que conquiste cada vez mais espaço no mercado, representando um peso cada vez mais significativa no total de faturação da empresa.

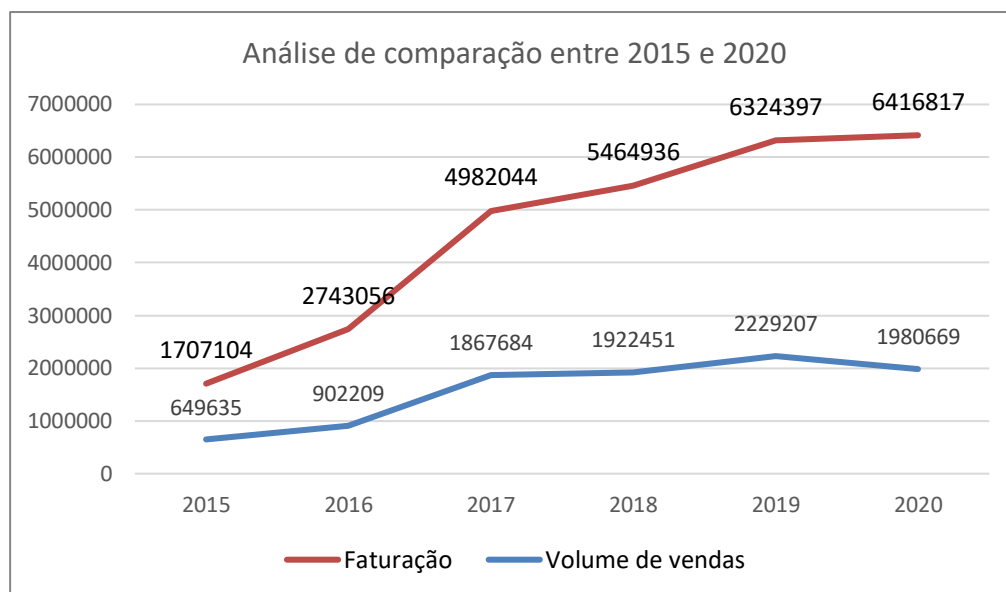


Gráfico 1 - Comparação da faturação e volume de vendas entre 2015 e 2020

3.2. Instalações

Como abordado anteriormente, as instalações da Grestel consistem em 3 unidades fabris (GI, GII e GIII) e 3 unidades de armazenamento. A Grestel I foi a primeira unidade fabril a ser construída, contando com cerca de $5000m^2$ de área coberta, sendo a

instalação com menor capacidade produtiva, por volta de 5000 peças por dia. Em 2004, dado o crescimento que se verificava, a Grestel decidiu aumentar as suas instalações construindo a sua segunda unidade fabril, a Grestel II. Devido a investimentos recorrentes feitos a esta unidade, é neste momento a que possui maior área, $8000m^2$, albergando um centro logístico e um edifício social e administrativo com um *showroom* de peças produzidas na Grestel. Relativamente a capacidade produtiva, conta diariamente com 13000 peças produzidas e 35000 peças embaladas. No ano de 2016, a empresa de produtos cerâmicos sentiu necessidade de expandir novamente, construindo a Grestel III junto à Grestel II. Esta instalação passou então a ser a mais avançada quer em equipamento e maquinaria, como em dimensões e em capacidade produtiva, de $11000m^2$ e 22000 peças por dia, respetivamente.

Em termos de unidades de armazenamento, considera-se o *Outlet* concebido em 2018, cujas funções focam-se no armazenamento e venda de linhas descontinuadas e peças de segunda qualidade ao público, servindo simultaneamente como armazém e loja. Foi também durante o ano de 2018 que avançaram com o projeto de construção do armazém logístico, junto à GII. O centro logístico destina-se ao armazenamento de produto embalado de marcas próprias e apresenta, aproximadamente, $5000m^2$ de área coberta,



Figura 15 - Imagem satélite das instalações da Grestel (1- GI; 2- *Outlet*; 3-GIII; 4 - GII; 5 - Centro Logístico)

3.2.1. Logística

O projeto de desenvolvimento para a dissertação em questão, foi desenvolvido na zona de Embalagem da Grestel – Produtos Cerâmicos S.A, mais precisamente na unidade fabril GII, daí a sua pertinência quanto ao enquadrar-se o mesmo no *layout* de toda as instalações da empresa. À parte do centro logístico, do edifício social e administrativo e do *showroom* , de uma forma geral, este setor é constituído por:

- Armazém 1 – armazenamento de peças PL embaladas
- Armazém 8 – armazenamento de peças por embalar
- Armazém 30 - armazenamento de peças MR embaladas
- Armazém 10 – armazenamento de peças
- Armazém 21 – armazenamento de compostos
- Gabinete de etiquetas
- Secção de produção de compostos
- Linhas 1 a 6 + Célula de Manufatura
- Zona de separação (supermercado)
- Parque de expedição

3.2.1.1. Sistemas de armazenamento

A logística é responsável pela gestão de todos os componentes que constituem o produto acabado, isto é, as peças de cerâmica e as caixas e acessórios de embalagem. O produto acabado é posteriormente paletizado e organizado em *racks*, compostas por alvéolos. Assim sendo, os sistemas de armazenamento são maioritariamente constituídos por *racks* convencionais de cinco níveis (Figura 16). Para os *racks* correspondentes ao supermercado de abastecimento de peças às L1 a L6, não há propriamente uma organização, as peças vão sendo armazenadas consoante a saída da escolha e consumidas na linha quando possível. Os *racks* que se encontram no Armazém 21 contêm no seu primeiro nível paletes que já começaram a ser consumidas em linha, sendo que nos quatro níveis acima se encontram *stock* desses mesmos compostos que descerá mal o primeiro nível se encontrar livre, e assim sucessivamente. Através desta abordagem, é possível visualizar-se a filosofia *kanban*, dado que é permitido verificar-se em tempo real quais os compostos e níveis de *racks* que precisam ser abastecidos.



Figura 16 - Rack convencional de 5 níveis

Assim sendo, paletes são armazenadas em armazém consoante a filosofia acima mencionada, sendo que cada uma se encontra devidamente identificada através de uma etiqueta de paleta, que permite verificar a sua localização no mesmo, tal como ilustrada na Figura 17.



Figura 17 - Código de localização de paleta

Mais especificamente, a simbologia apresentada informa que a paleta data do ano de 2021 (21), é referente a caixas e favos (02) e os últimos algarismos identificam a ordem de lançamento da paleta, que neste caso é a 01431. Na Tabela 2, encontram-se os tipos de paleta que podem existir e que especificam o material contido na mesma.

Tabela 2 - Algarismos relativos ao tipo de material armazenado na paleta

Número	Tipo de material
02	Caixas e Favos
03	Produto Acabado (MR)
04	Produto Acabado (PL)
05	Produto Embalado (MR)
06	Produto Embalado (PL)

É importante salientar que os cinco níveis dos *racks* acima mencionados, se encontram divididos em 5 alvéolos cada um, em que cada um se encontra devidamente identificado por um código que especifica a sua localização. Este código, que pode ser visualizado na Figura 18, dispõe de uma letra e cinco algarismos, que definem a sua localização no interior do armazém. Assim, a letra indica a área da estante, dado que os materiais necessários para o embalamento estão distribuídos entre 8 áreas diferentes. As várias localizações encontram-se discriminadas na Tabela 3.



Figura 18 - Código de localização de alvéolo

Tabela 3 - Localizações em armazém

Localização	Letra
GII	A, B, F, H, L, M e P
GIII	K
GI	J
C.L	N

O sistema de localizações acima mencionado pode ser assim observado no armazém da GII, junto à escolha da GI e GIII e no centro logístico.

3.2.1. Fluxo de informação

Dado o crescimento repentino do volume de produção e vendas da Grestel, e as suas instalações relativamente afastadas umas das outras, é necessário controlar atentamente os processos de movimentação de *stock*, mantendo os dados informáticos atualizados em tempo real.

No seguimento do mencionado na secção acima, as peças passam pelo processo de escolha e são armazenadas numa palete, que posteriormente é lançada no sistema. Enquanto estão a aguardar arrumação, ficam localizadas em zonas genéricas: K0000 se a palete foi lançada na escolha da GIII, J000 se foi lançada a partir da GI e B0000 quando lançada ou transferida para a GII. Se se tratar de caixas, depois da sua receção, são armazenadas em A0000. Dado que se trata de apenas zonas genéricas, é necessário que fiquem aí localizadas o menor tempo possível, de modo a evitar situações em que uma palete é necessária e apenas está lançada numa destas zonas e não no local devidamente assinalado.

Para além disso, cada código de palete e localização está atribuído a um armazém informático, isto é, se a estante se destina ao armazenamento de peças, todas as localizações

respetivas encontram-se atribuídas ao “Armazém 10”, enquanto quando se trata de caixas é o “Armazém 21”. Ainda, o “Armazém 8” destina-se a material que ainda será embalado, isto é, todas as peças que irão entrar na linha de embalagem são informaticamente transferidas para este armazém fictício, que é composto por uma única palete (990000001) e alvéolo (A1.Z8.1). Saídas da linha de embalagem, são registadas na palete respetiva e lançadas no “Armazém 1” e “Armazém 30”, associados a material embalado de PL e MR. Na Tabela 4, encontra-se um quadro resumo.

Tabela 4 - Localização em armazém informático

Zona fictícia	Finalidade
Armazém 10	Armazenamento de peças
Armazém 21	Armazenamento de caixas
Armazém 8	Material por embalar
Armazém 1	Material embalado de PL
Armazém 30	Material embalado de MR

Ainda relativo à identificação no sistema informático, quando as peças são produzidas e é dada a sua entrada no sistema, é atribuída uma referência composta por dois códigos separados por um hífen, sendo que, a um deles se associa a sua forma e o outro a sua decoração, segundo a denominação F-D (forma decoração). Assim, o código deflete a caracterização da peça, isto é, a referência “JSS251-258” principia pela identificação da coleção “Joshua” (J) referente ao cliente “William Sonoma” (S). De seguida, a terceira letra sugere que se trata de uma saladeira (S), o primeiro e segundo algarismo assinalam o diâmetro da peça (25 cm) e o terceiro algarismo o tipo de saladeira. Se, por outro lado, se tratar de uma caixa, estas são designadas por um código formado por algarismos e uma letra no final do código de modo a identificar o tipo de acessório.

Posteriormente, durante o embalagem e na transferência entre armazéns informáticos, depois do produto ser efetivamente embalado e lançado no sistema, adquire uma designação diferente, adotando a identificação *European Article Numbering* (EAN). Tal identificação é constituída por 13 algarismos, iniciando-se por 560 que é a identificação de produtos originários de Portugal, seguido de 4 algarismos que identificam a empresa e os restantes reconhecem o produto. Nesse seguimento, a cada código 560 associam-se todos os compostos que compõem o produto final, isto é, não só a(s) referência(s) da(s) peça(s), como

a referências de caixa e as referências dos acessórios associados. Sendo que, cada linha que compõe o código 560 tem associado um fator que menciona a proporção do composto no código, por exemplo, um código 560 que é formado por 4 peças tem uma linha de caixa com um fator de $\frac{1}{4}$. Na Figura 19, encontra-se um esquema que pretende demonstrar como se processa a gestão de referências e o fluxo de informação ao longo do processo.

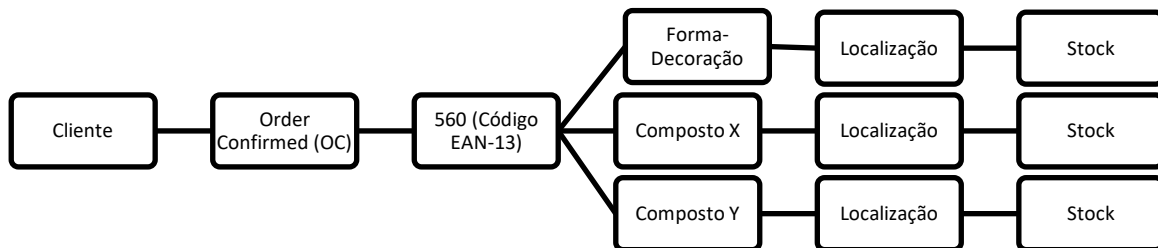


Figura 19 - Composição do produto final

3.3. Processo de Fabrico

Primeiramente, as pastas cerâmicas que originam as peças de grés fino, são constituídas essencialmente por duas matérias-primas: aditivos e água, que são obtidas junto de fornecedores de empresas sediadas nacionalmente e especializadas no ramo. Sendo que, estas podem ser adquiridas sob forma líquida ou plástica, diferenciando-se na maneira como serão tratadas. Posterior à receção da matéria-prima, segue-se a conformação que seguirá consoante a natureza da matéria-prima. A conformação por enchimento acontece quando a pasta é líquida, denominada de barbotina, enquanto a conformação por prensa e por *roller* acontece quando a pasta é plástica. Mais especificamente, a conformação por enchimento realiza-se preenchendo o molde de gesso com a barbotina, permanecendo no mesmo durante um período de tempo estipulado, de modo que uma parcela da água seja absorvida pelo gesso do molde e as partículas sólidas se conservem à superfície, construindo-se assim as paredes da peça. Assim que a peça adquira a espessura desejada, procede-se ao escoamento do excesso de pasta líquida no molde. A remoção do molde é a tarefa que se segue que é facilitada pela tarefa anterior, já que o escoamento é suficiente para que a peça seque o suficiente para ser retirada. A conformação por prensa baseia-se na aplicação de pressão com recurso a um sistema mecânico hidráulico constituído por dois moldes que, quando aplicada pressão, dão forma à pasta cerâmica. Após a prensagem, a peça é libertada aplicando-se pressão sob o molde que é permeável. Por último, a conformação por *roller* a peça obtém-

se através da rotação em sentidos contrários de um calibrador, que conforma um dos lados da peça, e um molde de gesso, que conforma o lado oposto. Por conseguinte, a peça sofre uma pré-secagem de modo a ser possível a sua extração.

A próxima etapa é a secagem. Esta etapa visa a eliminação da água em excesso, bem como o aumento da resistência mecânica da peça, devendo ser realizada com rigor de modo a evitar-se incongruências. A secagem é crucial para as etapas que se seguem, dado que sem a mesma, a peça não conseguiria resistir às solicitações mecânicas do acabamento, vidragem e enfora. Seguidamente à secagem adequada para a peça, tem-se o acabamento. Aqui, é realizado um retoque na peça de modo a remover-se imperfeições superficiais resultantes do processo de conformação, tais como rebarbas da peça, que são retiradas com recurso a um objeto cortante e, posteriormente, finaliza-se passando a peça com uma esponja húmida. De seguida, tem-se a decoração e a vidragem. Apesar da decoração depender do cliente, da coleção ou, até mesmo, da própria peça, os métodos de decoração mais comuns resumem-se a decalque ou pintura manual. Importante ressaltar que as características introduzidas por esta etapa só se revelam, na generalidade, após a cozedura. Por outro lado, a vidragem resulta no vidro, que após a cozedura, confere mais impermeabilidade à peça, bem como contribui para tornar a peça mais apelativa.

Como é possível concluir, a etapa que se segue é a cozedura, sendo a última que intervém com as características do produto final, ou seja, onde o produto adquire a sua configuração e propriedades finais, como a porosidade, brilho, cor, resistência à flexão, estabilidade dimensional, entre outros. Na cozedura, as peças são conduzidas para fornos, contínuos ou intermitentes, onde se procede ao aquecimento até à temperatura pretendida, conservando-se à temperatura máxima, cerca de 1180°C, durante um breve período de tempo e, posteriormente, arrefecendo as peças até a temperaturas inferiores a 200°C. Saídas da cozedura, as peças sofrem um processo de escolha onde são classificadas como primeira, segunda ou caco. As peças examinadas visualmente e classificadas como primeiras, são polidas e passam para a etapa de embalagem, enquanto as segundas poderão sofrer um processo de retoque de modo a ser conferindo o aspeto ou característica desejado, voltando depois novamente ao forno.

A última etapa compreende assim o embalagem, onde as peças são etiquetadas e embaladas, e posteriormente, expedidas para todos os clientes da Grestel, bem como para as suas próprias marcas, processo o qual será minuciosamente explicado na subsecção

seguinte. Todo o processo encontra-se representado no APÊNDICE A – FLUXOGRAMA PROCESSO DE FABRICO.

3.3.1. Processo de Embalamento

Como mencionado anteriormente, a parceria em contexto de Dissertação de Mestrado com a Grestel – Produtos Cerâmicos S.A, centrou-se no Departamento de Logística, mais precisamente na secção de embalamento e na secção de produção de compostos.

Primeiramente, e antes do processo de embalamento se iniciar, é necessária a receção das peças da secção da escolha, que são temporariamente armazenadas no supermercado que serve de abastecimento às linhas L1 a L6, até se verificar disponibilidade em linha para o seu embalamento. Assim, o processo de embalamento começa pela gestão de linha, onde o chefe de embalagem decide quais as encomendas a embalar em cada linha mediante a data de carga limite para cada uma, seguindo assim uma regra *First Expire, First Out* (FEFO). Para além disso, deve certificar-se que reúne e transmite corretamente todas as informações necessárias para o embalamento correto. Posteriormente, o supervisor procede à separação das etiquetas necessárias para as referências que irão ser embaladas em cada linha e é transmitido aos separadores quais as peças e compostos requeridos. Reunidas as informações necessárias para a separação, os separadores iniciam a sua intervenção desempenhando essa mesma atividade: recebem nos seus *Personal Digital Assistant* (PDA) as referências que devem recolher e dirigem-se às localizações recebidas. Na localização física do material, se este não corresponder àquele presente na localização recebida através do PDA, devem comunicar a situação aos seus superiores de modo que o *stock* em questão seja corrigido. Se por outro lado, coincidir com a informação recebida, as paletes que contêm as peças são recolhidas e depositadas junto à linha sendo os separadores responsáveis pelo abastecimento às linhas de todo o tipo de itens desde peças a compostos necessários para o embalamento das mesmas, como caixas e separadores.

Assim, inicia-se o processo de embalamento propriamente dito. Em primeiro lugar, a peça é colocada em linha, sendo alinhada com a colaboração de uma máquina onde o colaborador realizou previamente o seu *setup*, isto é, realizou os ajustes pretendidos consoante a forma e dimensões da peça e requisitos do cliente. De seguida, a peça é polida através de uma mangueira de pressão ou sistema de aspiração, de modo a retirar-se o pó da mesma e, posteriormente, a peça é carimbada através de um sistema autónomo. Depois, a

peça é etiquetada, sendo que o colaborador coloca a etiqueta na mesma e a posiciona voltada com a base para baixo. A tarefa seguinte fica à responsabilidade de um colaborador que tem de armar a caixa e depositar a peça, deviatamente aprovionada, dentro da mesma. Após, a caixa é posicionada na linha onde é encaminhada para um sistema autónomo que a sela. As últimas tarefas ficam ao encargo do colaborador de final de linha que coloca a etiqueta na caixa e a posiciona na palete, construindo a mesma à medida que o material chega ao final da linha. Desse modo, quando a palete se encontra com todas as peças necessárias para satisfazer a encomenda, é realizado o registo da quantidade de material embalado e cedido aos colaboradores logísticos que verificam a informação e efetuam o lançamento da palete no sistema. Se o material contido na palete se tratar de *Private Label*, as paletes são movidas para o Armazém de Produto Acabado, no chão de fábrica, que fica localizado junto da zona de cargas e descargas, aguardando o momento da sua carga. Se, por outro lado, se tratar de material pertencente a Marcas, a palete é conduzida para o centro logístico e organizada numa estante de produto acabado.

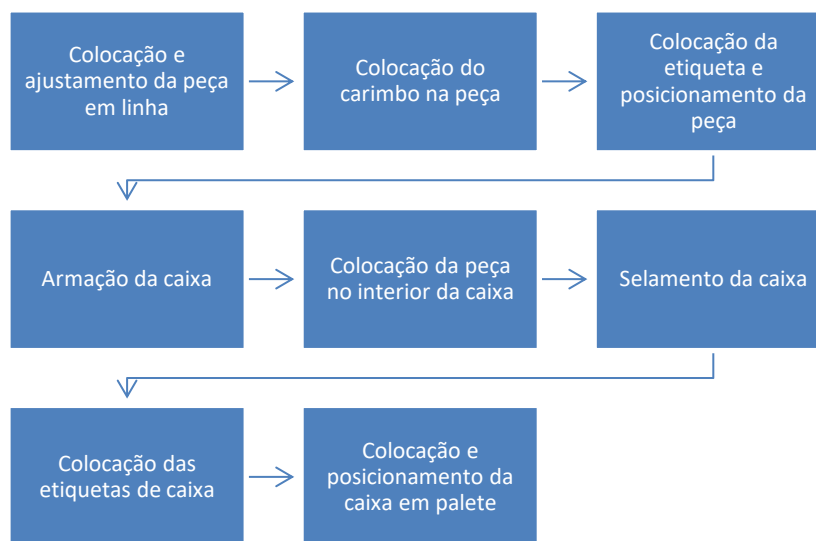


Figura 20 - Deployment Diagram da secção de embalagem

Dado o volume de clientes a que a Grestel atende, as especificações de embalagem são bastante variadas e devem ser adotadas de modo a garantir a satisfação dos mesmos. Assim, requisitos como a colocação da etiqueta, o tipo de fita cola, as dimensões da palete, o carimbo da peça, acessórios de caixa, posição da peça no interior da caixa, variam de cliente para cliente e é necessário um bom fluxo de informação e conhecimento dos requisitos de modo que o processo se efetue eficientemente.

3.3.2. Processo de Produção de Compostos

Como mencionado anteriormente, de modo que as peças possam ser embaladas, são necessários compostos, que se entendem como todos os itens necessários para embalagem, desde caixas, separadores, *Ecogres*, polietileno, favos, entre outros. Estes itens podem ser adquiridos junto de fornecedores especializados nos mesmos, ou através de produção interna na secção de caixas. Como o nome indica, a secção encontra-se responsável pela produção de caixas, separadores, favos e *Ecogres*, ou seja, itens que sejam possíveis de ser produzidos recorrendo a cartão. A secção em questão conta com 2 colaboradores fixos e 1 flexível, bem como 2 máquinas, uma com a funcionalidade de corte de cartão e capacidade de fazer vincos nas caixas, e a segunda com a capacidade de fazer os escatéis. Dados os recursos que se observam nesta secção, apenas são colocadas encomendas internas de menos de 500 caixas por referência.

O processo de produção interno de compostos inicia-se pela verificação da referência da caixa a processar, mediante a prioridade da mesma. Posteriormente, o colaborador A recolhe as ferramentas para a afinação da máquina, executa os cálculos necessários e realiza uma guia, com sobras de cartão, que permite a afinação da máquina 1. Reunidas todas as condições necessárias, o colaborador A efetua a afinação da máquina 1. Finda a afinação, o colaborador A recolhe cartão para ser processado na máquina 1 e procede ao primeiro corte. Recolhendo o resultado da primeira afinação, volta a afinar a máquina 1 de modo a ser possível vincar as placas de cartão que darão origem às caixas. Concluído o corte e a vincagem das caixas, o colaborador A fornece o resultado das suas tarefas ao colaborador B, que realiza a afinação da máquina 2 e procede ao escatelamento das caixas. Posteriormente, o colaborador B alinha as caixas, e procede à colagem e junção das mesmas, permitindo ter como resultado uma caixa planificada. Finalmente, o colaborador B coloca carimbo em cada uma das caixas, estando assim prontas a ser consumidas nas linhas 1 a 6.

Após as requisições serem satisfeitas, se forem imediatamente necessárias em linha, são transportadas para a mesma, caso contrário, são armazenadas no Armazém 21, específico para a arrumação de compostos. O *Deployment Diagram* referente às atividades desempenhadas em linha encontra-se na Figura 21, onde é possível visualizar-se cada uma das tarefas realizadas pelos operadores.

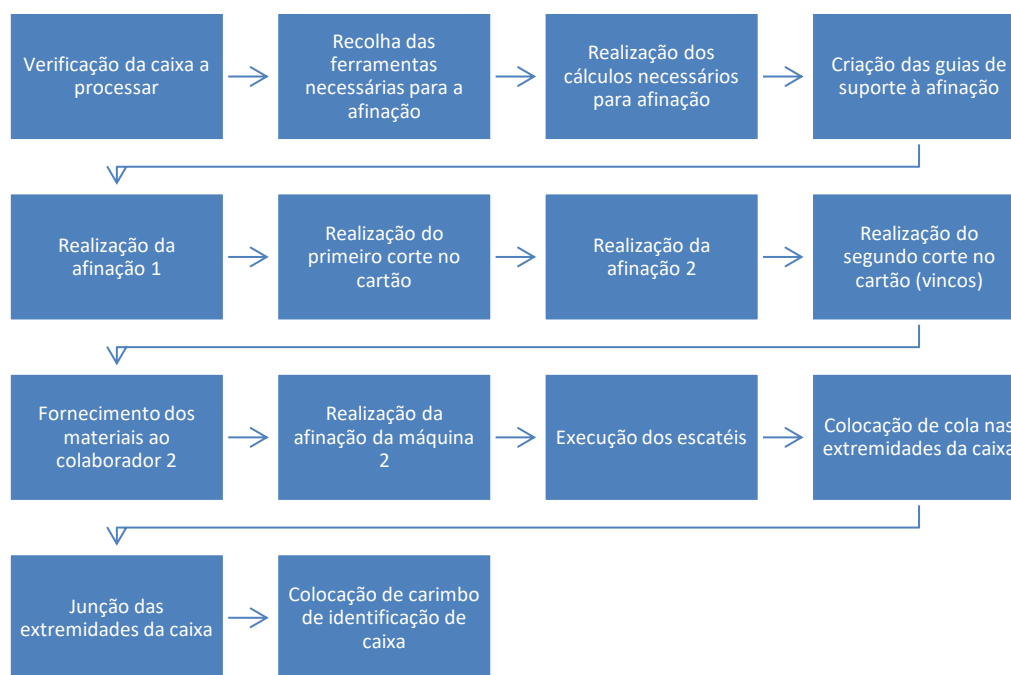


Figura 21 - Deployment Diagram da secção de produção de compostos

3.4. Descrição do problema

Analisando a situação atual da Grestel – Produtos Cerâmicos S.A., mais precisamente na área Logística da GII, foram identificadas oportunidades de melhoria quanto à disposição das atividades nas linhas 1 a 6 e na secção de produção de compostos.

Assim, o primeiro desafio concentra-se nas atividades desempenhadas nas linhas de embalagem que dependendo dos seus colaboradores, apresenta uma grande possibilidade de erro humano, dado que podem executar a sua tarefa incorretamente afetando os pontos seguintes ou ocorrer desperdícios de tempo resultantes de movimentações desnecessárias. Aqui foi introduzido o conceito de *karakuri* de modo a rentabilizar-se o espaço inaproveitado em linha e suprimindo uma tarefa que não era estritamente necessária de se encontrar inserida na mesma, aproximando-se o *cycle time* do processo do *takt time* necessário para satisfazer com efeito as encomendas dos clientes.

O outro desafio localiza-se na secção de produção interna de compostos que à data não se encontra a operar na sua máxima rentabilização, comprometendo por vezes a atividade em linha que necessita dos produtos resultantes desta secção para efetivamente se cumprir o embalagem das peças, onde a monitorização e controlo do processo demonstrou ser crucial.

Devido ao crescimento no mercado em que se insere, bem como ao aumento da procura por parte do cliente e volume de peças comercializadas, a realidade competitiva da Grestel tem vindo a alterar-se significativamente nos últimos anos. Assim, é necessário que os processos da empresa sigam esta tendência e sejam cada vez mais eficientes, permitindo uma resposta rápida a um mercado em constante mudança.

4. METODOLOGIA

Após a contextualização dos processos e atividades desenvolvidos na empresa e a compreensão do problema proposto pela Grestel, é necessário desenvolver-se a metodologia a adotar, que suportada pelo estado de arte declarado na secção 2 segue o ciclo PDCA: *Plan, Do, Check e Act*, isto é, Planear, Executar, Verificar e Agir.

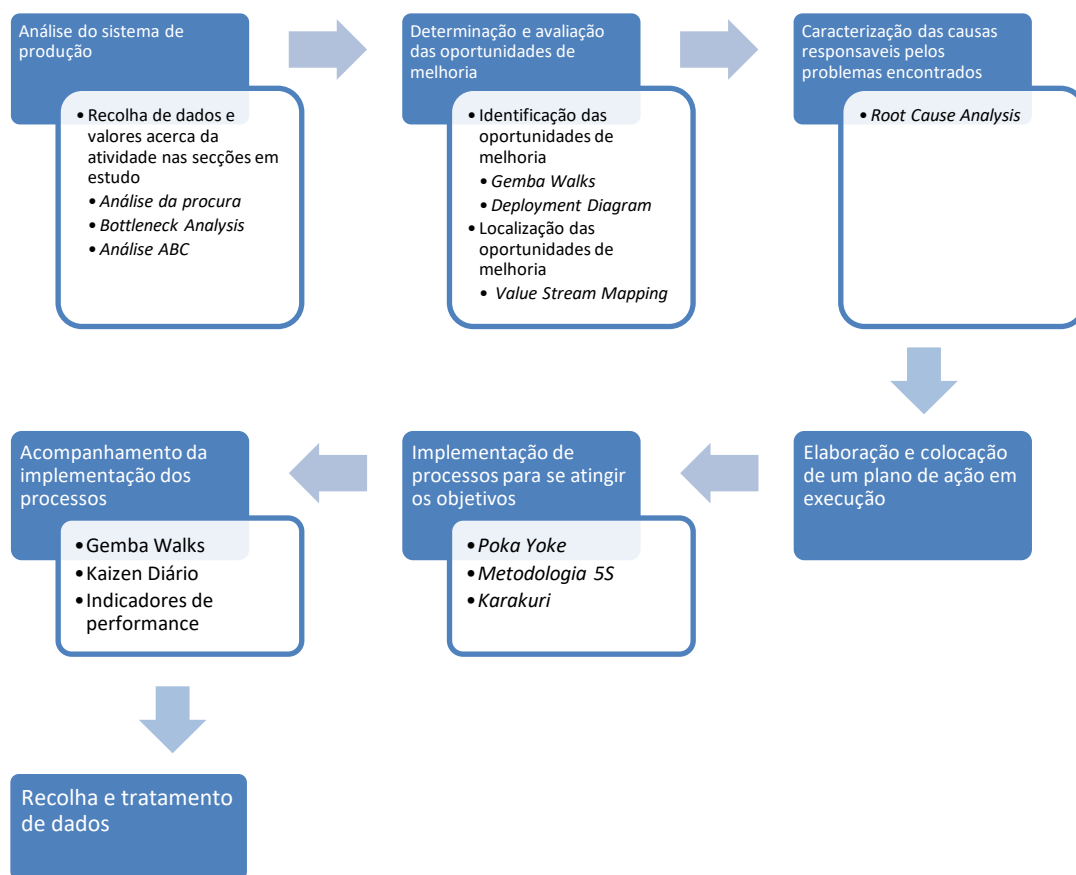


Figura 22 - Metodologia implementada

Primeiramente, é crucial realizar-se uma análise clara e objetiva ao sistema, recolhendo-se informações necessárias para a compreensão do seu funcionamento, como dados relativos à atividade dos colaboradores nas secções e postos de trabalho onde operam, bem como acerca da procura e da sua natureza.

De forma a ser possível identificar e avaliar as oportunidades de melhoria, foram realizadas visitas ao chão de fábrica, onde os colaboradores foram consultados, os indicadores de desempenho em vigor analisados e a execução das tarefas observada. Ainda, os processos realizados no armazém de Logística foram representados num *Deployment Diagram*, uma ferramenta visual que permite uma visualização macro do sistema e, posteriormente, apresentados num *Value Stream Mapping*, que analisa o estado atual do sistema, considerando o fluxo de informação e os tempos relativos aos seus processos, facilitando assim a identificação das etapas críticas dos mesmos. Posteriormente, considerou-se a *Root Cause Analysis* para a caracterização das causas dos problemas evidenciados nas análises antecedentes.

De seguida, desenvolveu-se um plano de ação, de modo a discriminar-se objetivamente todas as ações e atividades necessárias para se alcançar as metas e objetivos desejados, especificando os responsáveis pela execução de cada ação e as datas de início e fim de cada atividade. O objetivo da utilização desta ferramenta é garantir o alcance de soluções a curto prazo com uma maior taxa de eficiência e sucesso na sua implementação. Deste plano, consta a etapa seguinte evidenciada na Figura 22, os processos a implementar, dos quais constam *poke yoke*, metodologia 5S, *karakuri*, entre outros, sendo que a sua execução foi acompanhada através de indicadores de *performance* adequados e a realização de *kaizen* diário onde os mesmos eram analisados e discutidos. A última fase compreende a recolha, tratamento e análise de todos os dados para que sejam aplicadas ações corretivas e de melhoria caso insucesso em alguma etapa.

5. IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA

Sendo a Grestel uma empresa focada em se estabelecer como uma referência no mercado, tanto através das suas marcas próprias como em resposta aos seus mais variados clientes e potenciais clientes, adota a diferenciação do produto como estratégia competitiva. Assim, atende às mais variadas especificações e requisitos do cliente, desde *designs* de peça inovadores a desenvolvimento de embalagens complexas. Dado que o volume de peças e compostos é elevado e está em contínua expansão, é fundamental que sejam geridos eficazmente, requerendo controlo quanto ao seu manuseamento e movimentações em armazém, bem como na sua produção, por forma a garantir um bom desempenho dos processos em armazém e a satisfação do consumidor final.

No capítulo em questão irá ser aplicada a metodologia descrita previamente, onde no subcapítulo 5.1 e 5.2 se descreve o processo de recolha e análise de dados e a metodologia para identificação das oportunidades de melhoria, bem como apresentação das mesmas, respetivamente. Ainda, caracterizam-se os motivos para os problemas evidenciados e, em linha com as ações que culminaram na colmatação dos mesmos, caracterizam-se as metodologias aplicadas para se atingir os objetivos da Grestel e do estágio a decorrer e como é realizado o acompanhamento da implementação dos processos corretivos.

5.1. Recolha e análise de dados

Primeiramente, para a compreensão de todo o sistema de informação, iniciou-se o estudo pela recolha e análise de dados extraídos dos procedimentos desenvolvidos no armazém de Logística, nomeadamente nas linhas de embalamento (L1 e L2) e na secção de produção de compostos. Ainda, considerou-se pertinente a recolha de dados relativos à procura, dado que se pretende verificar se o sistema é eficiente o suficiente para a satisfazer, e caso contrário, quais as oportunidades de melhoria que conseguirão atingir tal fenómeno. Assim, a recolha foi efetuada recorrendo ao *software* de gestão utilizado na empresa, o PHC, sendo considerada uma extensão histórica de cinco anos (2015 a 2020).

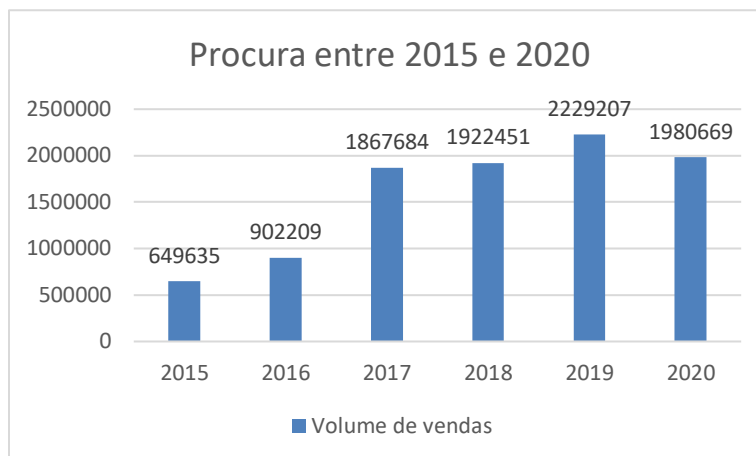


Gráfico 2 - Análise da procura entre 2015 e 2020

Como é visível no Gráfico 2, a procura por materiais produzidos na Grestel tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, sendo que os produtos desenvolvidos sobre o âmbito de Marcas Próprias seguem a mesma tendência.

Em particular, considerando-se uma referência que apresenta o tipo de embalagem mais recorrente (6 peças por caixa), analisou-se o último ano comum de modo a obter-se um valor plausível de *takt time*, i.e., o tempo de produção exigido para se responder ativamente ao ritmo do mercado, cujo valor é calculado através da equação (1), apresentada anteriormente. Desse modo, considerou-se a referência 560673990009 (prato de jantar) e o ano de 2019.

Tabela 5 - Procura mensal para uma referência tipo

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2019	23460	10998	7200	7842	18	21000	15492	24	7500	15522	15000	0

A partir da Tabela 5, é possível concluir que a procura média mensal é de, aproximadamente, 12498 peças. Dado que se considerou o embalagem de uma referência tipo que é embalada a 6 peças por caixa, depreende-se que a procura média mensal referente a caixas é de, aproximadamente, 2083 caixas. Tendo em consideração que o tempo de produção disponível são as 8 horas diárias referentes ao expediente do colaborador, o *takt time* para as linhas de embalagem é cerca de 13,83s. Porém, tendo em conta que este valor tem de ser avaliado com sensibilidade dado que na realidade não se embalam apenas referências a 6, considera-se de seguida os embalamentos a 4 e a 1, bem como recorrendo

ao composto favo. Por outro lado, o *takt time* associado à secção de produção de compostos é de 102,05s.

Tendo em conta que não existiam registos da atividade real dos colaboradores, apenas se estes alcançavam o objetivo diário e concluíam os pedidos de embalamento ou de produção de caixas designados para o dia em questão, considerou-se pertinente recorrer ao método *Gemba Walk*, que visa a visita ao chão de fábrica, recolha de testemunhos junto dos colaboradores, que no caso realizou-se através de entrevistas semi-estruturadas e *focus group*, e observação estruturada da sua atividade. Assim, foram recolhidos os tempos de ciclo de cada um dos postos e apontados numa folha de cálculo idêntica à representada na Figura 23.

Folha:		Data:	Posto:	Tarefa:	Takt Time:													
Folha de Cronometragem/Seqüência por posto																		
Observações:																		
Nº:	Operação:	Nº de Operadores	Tempo por tarefa										Observações					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Min	Max	Flutuação	Média		
															Total			

Figura 23 - Folha de cronometragem utilizada no decorrer da análise de tempos

Sendo assim, foram considerados o número do posto, a operação a desempenhar e o número de operadores em atividade nesse posto. Ainda, seguindo a recomendação de Wilson (2009) que menciona que o número de registos deve encontrar-se entre 10 a 5 repetições, foram conduzidas dez medições para cada posto, com vista a eliminar erros de reprodutibilidade e reprodutibilidade, dentro das quais se extraía o valor mínimo, o máximo, se calculava a diferença entre ambos indicada pela flutuação e, por último, se determinava a média dos valores obtidos. As medições realizadas às linhas 1 e 2, foram realizadas bi-diariamente no espaço temporal de uma semana com um ritmo de trabalho considerado

ordinário, cerca de 6000 peças embaladas em cada turno. À semelhança da análise efetuada às linhas, a secção de produção de compostos foi analisada no mesmo espaço temporal, porém apenas uma vez por dia dado que opera apenas apresenta num turno. Os valores médios encontram-se nas Tabela 6 e Tabela , respetivamente.

Tabela 6 - Cycle Time de uma linha de embalamento MR

WK1	WK2	WK3	WK4	WK5	WK6	WK7	WK8
2,47s	2,34s	2,39s	10,44s	15,25s	3,97s	0,52s	1,58s

Tabela 7- Cycle Time da secção de produção de compostos

WK1	WK2	WK3	WK4	WK5	WK6	WK7	WK8
128,04s	60,13s	8,09s	11,44s	23,03s	5,22s	7,56s	1,14s

Através da observação em campo, foi notório que o ritmo da linha é fortemente condicionado pelo tipo de embalamento, dado que quanto mais complexo o tipo de embalamento a efetuar, mais tempo é despendido nas atividades em linha. Desse modo, considerou-se pertinente analisar quantas referências ativas se encontram associadas às Marcas Próprias e, assim, são passíveis de serem embaladas nas linhas 1 e 2, analisando ainda qual o tipo de embalamento associado a cada uma delas, neste caso o número de peças por caixa. O quadro resumo encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Referências ativas de MR por número de peças por caixa

TIPOLOGIA		%	
1	1257	34%	B
4	844	23%	C
6	1558	43%	A
TOTAL	3659	100%	

Em função da diversidade de produtos e respetivos tipos de embalamento e composto associado, os produtos foram divididos nas categorias apresentadas na Tabela 7, e essa informação utilizada na elaboração da análise ABC.

5.1.1. Análise ABC

A análise ABC pretende classificar os produtos comercializados pela Grestel sob o âmbito de Marcas Próprias, através da sua tipologia, a importância que representam para a empresa, e volume de vendas (custo unitário e respetiva quantidade vendida). Para a análise foi considerada uma base temporal de dois anos, considerando assim o volume de vendas para cada produto durante o ano de 2019 e 2020, sendo posteriormente ordenados decrescentemente, calculou-se a percentagem de volume de vendas e a percentagem acumulada, respetivamente. Primeiramente, como mencionado anteriormente, dividiram-se os produtos consoante o número de peças em cada caixa:

- Grupo A: inclui 1558 produtos (43%), representando 77% do volume de vendas;
- Grupo B: inclui 1257 produtos (34%), representando 18% do volume de vendas;
- Grupo C: inclui 844 produtos (23%); representando 5% do volume de vendas.

Posteriormente, realizou-se um gráfico com os valores obtidos e constatou-se que a curva não seguia a regra de Pareto e o número de produtos inseridos no Grupo A era bastante próximo ao do Grupo B. Assim, e tendo em conta que o tipo de embalagem condiciona fortemente a atividade em linha, decidiu-se realizar a segmentação dos produtos de acordo com a percentagem de itens que cada especificidade de embalagem inclui, sendo os 3 grupos reavaliados e apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Referências ativas de MR por tipologia de embalagem

TIPOLOGIA	Nº DE ITENS	% DE ITENS	VOLUME VENDAS	% VOLUME VENDAS	
CX AMERICANA	2488	68%	4493976	66%	B
FAVO	914	25%	885178	13%	C
CX GIFT	257	7%	1429902	21%	A
TOTAL	3659	100%	6809055	100%	

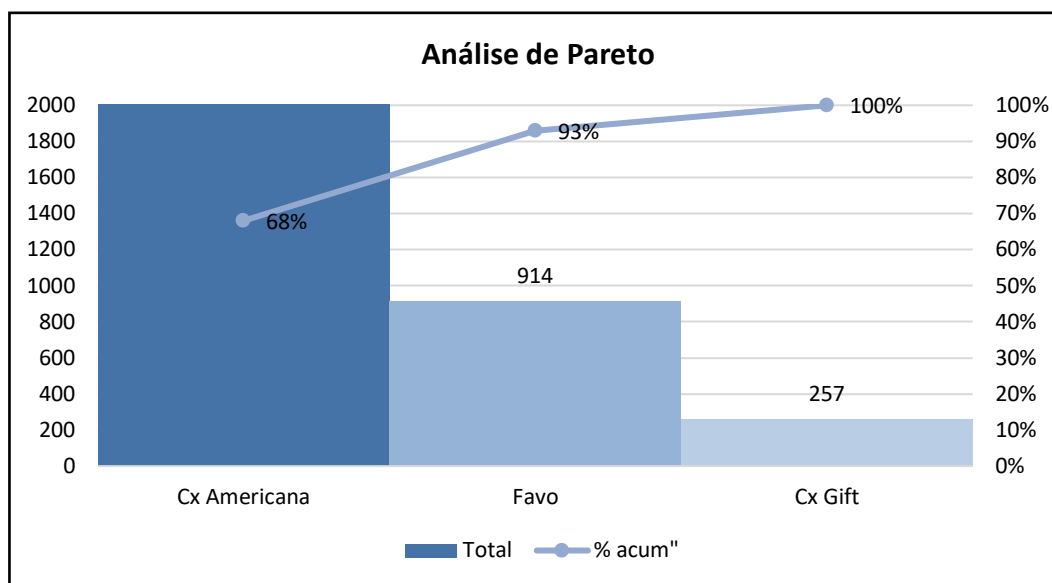


Gráfico 3 - Análise de Pareto

Segundo a Tabela 8 e o Gráfico 3, é possível concluir que os produtos que maioritariamente condicionam a linha de embalagem são efetivamente aqueles embalados em *caixas americana*, o que faz efetivamente sentido dado que está associado ao principal embalagem efetuado, isto é, caixas a 6 peças. De seguida, tem-se o embalagem que integra o composto *favo*, um dos embalamentos mais complicados a efetuar em linha. Sendo que, não é possível eliminar este tipo de embalagem, dado que as peças mais sensíveis requerem embalamentos específicos que as condicionem de modo a não se danificar no transporte e manuseamento, devem ser efetuados esforços por parte da gestão para que seja mitigado o esforço e carga de trabalho associado, para que os colaboradores sejam mais ágeis na tarefa e a linha seja, consequentemente, mais eficiente.

A partir dos dados retirados da *Análise de Pareto*, aferiu-se que a análise e estudo de tempos deveria apresentar vários estágios: primeiramente considerar as peças embaladas a 6, o método mais comum de embalagem, posteriormente peças embaladas à unidade (em *caixa gift*) e, por último, peças embaladas usando o composto *favo*. Porém, apurou-se que independentemente da complexidade do embalagem, é possível observar que o posto mais crítico é efetivamente o posto 5 - montagem da caixa e a inserção da peça no interior da mesma, sendo este o gargalo do sistema nas linhas de embalagem como se pode verificar pelo Gráfico 4. Dessa forma, analisou-se a linha de embalagem para uma referência tipo,

caixa americana com 6 peças.

Tabela 9 - Valores médios de *cycle time* em cada posto de trabalho para referência tipo

Estação de Trabalho	<i>Cycle Time</i>	<i>Slack</i>
WK1	14,82s	-0,99s
WK2	14,04s	-0,21s
WK3	14,34s	-0,51s
WK4	10,44s	3,39s
WK5	15,25s	-1,42s
WK6	3,97s	9,86s
WK7	3,57s	10,26s
WK8	13,82s	0,01s
Média	11,28s	20,36s

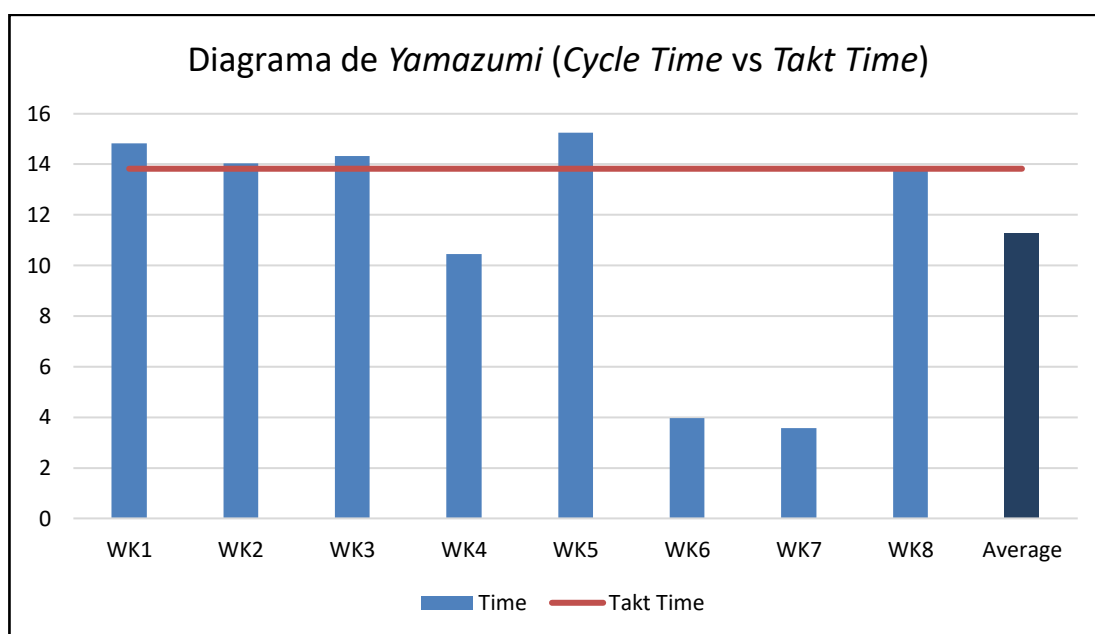


Gráfico 4 - Diagrama de Yamazumi da linhas de embalagem

Relativamente à Tabela 6 é possível observar o *cycle time* e o *slack time*, isto é a folga, um indicador que permite aferir a diferença entre o *cycle time* e o *takt time* e que se calcula através da seguinte expressão:

$$\textit{Slack Time} = \textit{Takt time} - \textit{Cycle time} \quad (2)$$

Na teoria, o *slack time* compreende o tempo em que um recurso se encontra em estado ocioso, isto é inativo e à espera da sua tarefa iniciar. O fenómeno pode indicar planeamento de secção desadequado ou o uso desnecessário de recursos e colaboradores em linha. Para o caso em questão, através do cálculo entre o *slack time* e o *takt time* através da equação 3 é possível compreender que existe cerca de 1 colaborador que não é necessário para o processo em questão, sendo recomendado que lhe seja conferida uma nova função exterior à linha de embalamento.

$$\frac{\textit{Slack Time}}{\textit{Takt Time}} = \frac{20,36}{13,8} = 1,4 \quad (3)$$

Quanto à secção de produção de compostos a análise do *slack time* não se demonstrou pertinente dado que a mesma opera com recurso a apenas 2 colaboradores, sendo o número de colaboradores mínimo para as atividades desempenhadas.

A partir das análises de tempos efetuadas neste subcapítulo, foram efetuados esforços para tentar colmatar o tempo de ciclo de ambas as secções, aproximando o tempo de processamento ao *takt time* necessário para se satisfazer a encomenda do cliente, i.e., aumentar a percentagem de encomendas satisfeitas dentro do prazo limite das mesmas.

5.2. Identificação das oportunidades de melhoria

Após a análise detalhada de cada uma das secções em estudo e a recolha de informações e dados da atividade nas mesmas, elaborou-se o mapeamento de cada um dos processos, tanto relativo à atividade nas linhas de embalamento como na secção de produção de compostos.

5.2.1. Otimização da tarefa de embalamento

O embalamento das peças está fortemente dependente da produção das mesmas, portanto os processos deveriam estar completamente alinhados, e quando tal fenómeno não se verifica surge o incumprimento de prazos de entrega. Dado o grande volume de produção

verificado nos últimos anos, a produção encontra-se sobrecarregada, lançando os pedidos de embalagem em cima dos prazos de entrega, o que não permite que se faça um planeamento definido das encomendas a satisfazer em cada dia. O engenheiro responsável pela secção elabora, no dia anterior, um plano de embalagem para o dia que se sucede, porém, este é apenas uma mera previsão do que irá ser embalado, existindo a possibilidade de ocorrência de imprevistos e prioridades que têm de ser satisfeitas imediatamente. Todavia, visto que o processo de embalagem é mais breve e flexível do que o de produção, se as peças forem produzidas dentro dos prazos de entrega estipulados, é sempre assumido pela gestão da empresa que há capacidade de embalagem atempada.

Assim, através da análise do processo de embalagem e etiquetagem desempenhado em linha, constatou-se que devido a ser maioritariamente desempenhado por um colaborador apresenta desperdícios, quer por movimentações desnecessárias quer por falhas sistemáticas que eventualmente acontecem. Ainda, dado o volume de formas e *designs*, as tarefas têm de ser adaptadas para a peça em questão, dificultando o recurso à automação em linha, como por exemplo, a deposição de etiqueta na peça que varia consoante o cliente e a forma do produto em questão. Desse modo, a ser possível cumprir os prazos de entrega de encomenda, garantindo a qualidade do próprio embalagem, aferiu-se que seria necessário otimizar as tarefas em linha. A informação presente no *Deployment Diagram* apresentado anteriormente na Figura 20, permitiu o desenvolvimento de um *Value Stream Mapping*, uma ferramenta que permite localizar onde se encontram os pontos críticos do processo e, assim, as oportunidades de melhoria do mesmo. Na Figura 24 encontra-se representado o VSM *As Is*, isto é, a atividade com as respetivas tarefas e tempos atuais.

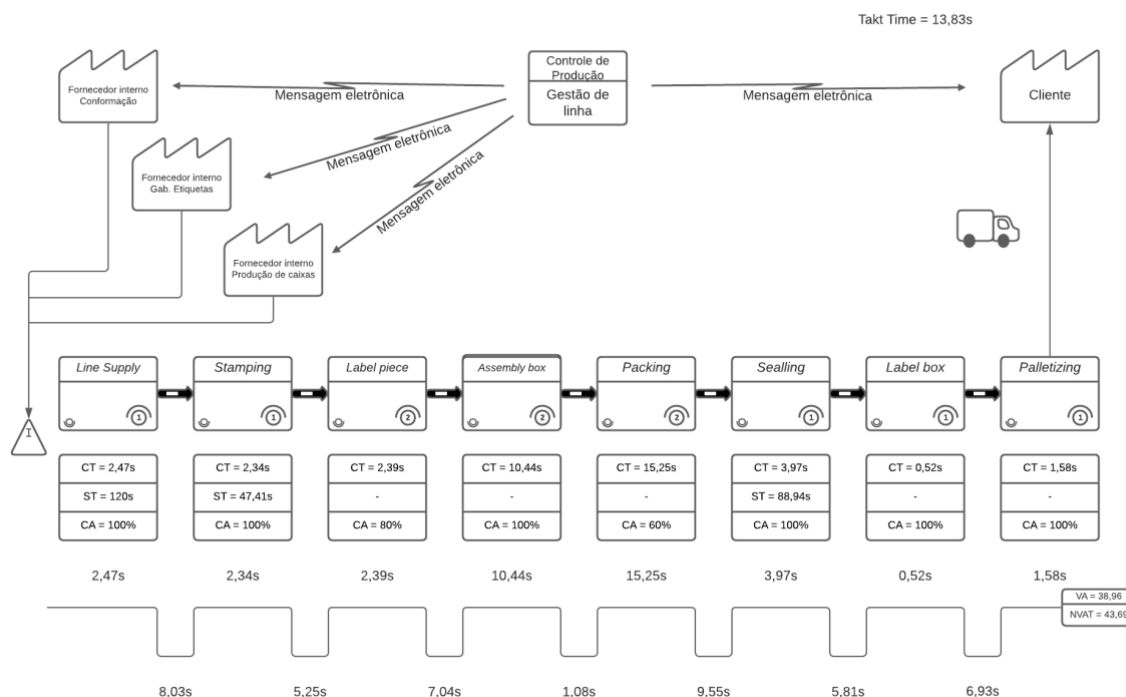


Figura 24 – VSM As Is - Linha de embalagem MR

A par das oportunidades de melhoria representadas na Figura 26, considerou-se adequada a elaboração de um *Diagrama de Ishikawa*. O diagrama visa classificar as possíveis causas para os problemas encontrados. Neste caso, a dificuldade principal assenta no comprometimento da produtividade das linhas de embalagem. Assim, averiguaram-se as causas que pudessem ser os agentes motivadores de tal acontecimento, dividindo-as entre os vários M's: Medição, Meio Ambiente, Material, Mão de obra, Método e Máquina.

Mais precisamente, considerou-se a possibilidade dos KPIs considerados para a secção se encontrarem desajustados às atividades em vigor, isto é, não se encontrarem a quantificar e medir o processo convenientemente e de a recolha de dados efetuada não ser a mais precisa, dado que os recursos utilizados eram apenas um cronómetro integrado num dispositivo móvel que possui um erro relativo a incerteza inerente. Quanto ao Meio Ambiente, o teor monótono e repetitivo das atividades em linha, bem como o facto de a mesma ser operada essencialmente por colaboradores humanos que têm de lidar diariamente com as suas emoções e disposição, pode conduzir a cansaço e desmotivação nos intervenientes no processo. Para além disso, os postos de trabalho são bastante próximos dado se tratar de uma linha de fluxo contínuo, como tal é inevitável a existência de conversas

paralelas à atividade em questão e o ambiente barulhento devido ao ambiente industrial em que os colaboradores estão inseridos, podem tornar-se fundamentalmente desviadores de atenção. Quanto ao Material em uso, por vezes as peças não se encontram conformes para embalagem o que requer que sejam separadas para segundas ou para caco, o embalamento pode ser bastante complexo e o fornecimento incorreto do composto necessário podem motivar o comprometimento da atividade em linha. A Mão de Obra é afetada pela formação inadequada, indefinição de responsabilidades e do conjunto de tarefas a desempenhar e pela existência de funcionários inexperientes, que devido à situação atípica que o mundo ainda se encontra, confere alta rotatividade dos colaboradores em operação. Em relação ao Método utilizado, o facto de ser um processo particularmente manual padece de erros humanos imperativos, também a carga de trabalho desalinhada ao longo da linha onde existem postos com mais tarefas a desempenhar que outros e o ritmo de linha exigente, podem explicar o fenómeno problemático em estudo. Por fim, a Máquina contempla os dispositivos em funcionamento que se encontram desatualizados e são de difícil manuseamento, principalmente quando requerem algum tipo de ajuste ou troca de componente, apresentando valores altos de *setup time*.

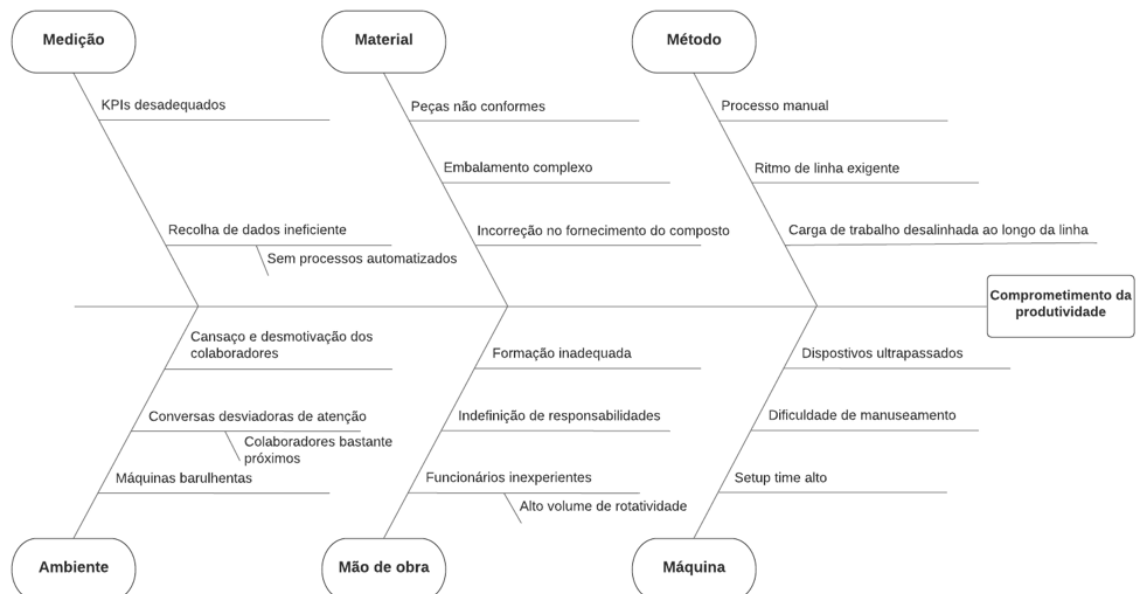


Figura 25 - Diagrama de Ishikawa relativo à linha de embalamento

As oportunidades de melhoria fruto da análise do VSM *As Is* e do Diagrama de Ishikawa, encontram-se na Figura 26.

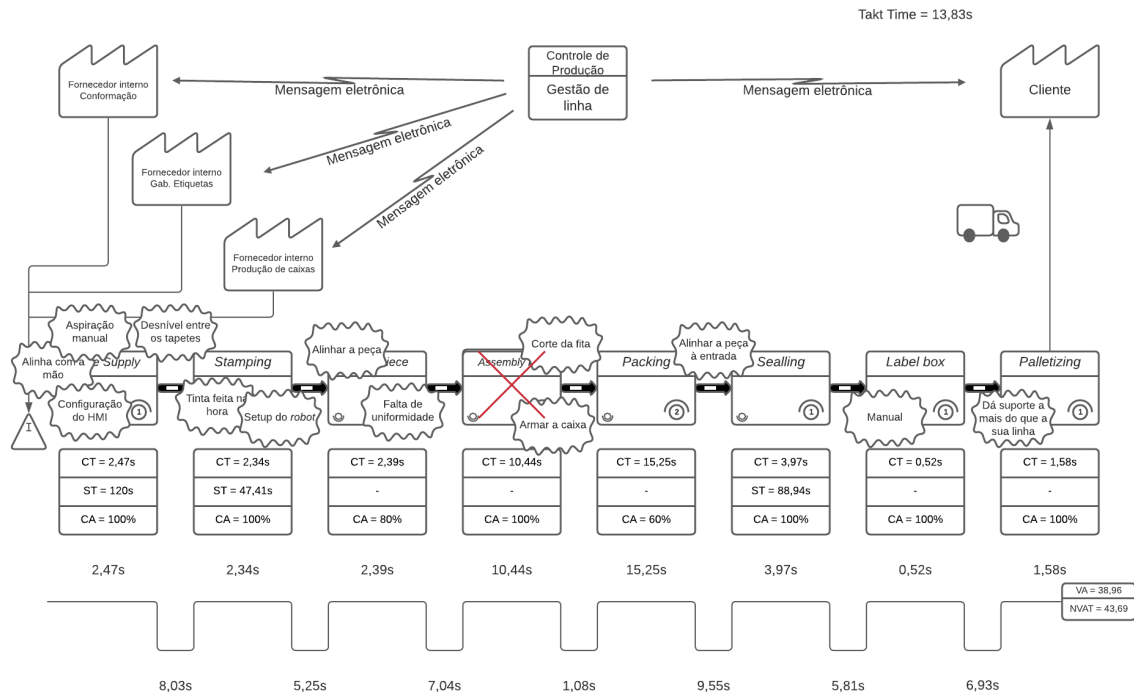


Figura 26 - Oportunidades de Melhoria - Linha de embalagem MR

Apesar das inúmeras oportunidades de melhoria encontradas, dado o foco do caso de estudo e a própria duração do mesmo, apenas de 5 meses, salientaram-se as oportunidades de melhoria mais problemáticas e urgentes em 4 categorias principais.

5.2.1.1. Comprometimento da produtividade nas linhas

Por vezes, as linhas não conseguiam atingir os objetivos relativos a número de peças a embalar, podendo comprometer a resposta a encomendas, devido a situações como faltas de material necessário para o embalamento, discrepância no número de peças disponíveis, peças necessárias para se satisfazer a encomenda e prioridades de embalamento, entre outros.

5.2.1.2. Fluxo de trabalho inconstante

Ainda, durante o processo de observação visual e recolha de dados, foi perceptível desorganização quanto ao fluxo de trabalho. Os colaboradores ora passavam de alturas bastante atarefadas e em que o volume de peças a entrar em linha era maior do que a

capacidade em alguns postos de trabalho, ora manuseavam rapidamente as peças entre postos ficando longos tempos à espera da peça seguinte. Este fenómeno, para além de ser indicador de falta de rentabilidade e gestão de linha, era responsável por movimentações desnecessárias dos colaboradores ao longo da linha e até transposição de postos de trabalho, como por exemplo, quando se tratava de embalamentos de peças a uma unidade ou em que se utilizavam o composto caixa placa, o colaborador do primeiro posto de trabalho tinha de lançar 50 peças, deslocar-se do seu posto para o posto 5 e auxiliar o colaborador designado a montar a caixa e a colocar a peça no seu interior. De seguida, voltava ao seu posto, lançava mais 50 peças e repetia-se o processo.

5.2.1.3. Desorganização do posto de trabalho

No seguimento da situação evidenciada acima, acontecia desorganização do posto de trabalho quando o volume de peças era maior que a capacidade que o colaborador tinha em processá-las, resultando em acumulação de material no seu posto ao invés de um fluxo contínuo de trabalho e de peças no decorrer da linha.

5.2.1.4. Constrangimentos na linha

Dado que se trata de uma linha contínua em que um posto é dependente do seu subsequente, este fenómeno decorria quando o tempo de ciclo de um posto era afetado. Como foi mencionado anteriormente, por vezes era necessário parar a linha para se processar uma prioridade de embalamento, resultando em afinação do posto de carimbagem e do próprio HMI para se adequar à nova peça, a linha tinha de ser parada durante uns minutos levando a que o trabalho não fosse rentabilizado podendo comprometer a eficiência na resposta a uma encomenda.

Face às 4 dificuldades principais verificadas, recorreu-se a ferramentas e metodologias que as permitissem mitigar, nomeadamente à integração de um mecanismo de automação simples que permitisse o depósito de caixas já armadas em linha. Como mencionado anteriormente, o *karakuri* é uma alternativa que recorre a fenómenos físicos elementares para a simplificação de operações e mitigação da carga de trabalho (Bhanu et al., 2018). Para o caso em questão, assentaria em fundamentos gravíticos e com recurso a um mecanismo que permitiria multiplicar uma força mecânica que lhe seria aplicada. Assim,

sugerem-se dois dispositivos diferentes, porém com o mesmo propósito: depositar uma caixa armada em frente ao colaborador. A primeira sugestão passa por o colaborador dispor de uma alavanca que ao sendo puxada, acionaria um tapete que se encontraria por baixo das caixas já armadas, depositando uma à sua frente. A segunda sugestão compreende o uso de um pedal que ao sendo acionado, aplicaria força no início de um dispositivo que se encontra perpendicular à linha. O pedal aplicaria assim força sob a pilha de caixas, depositando uma em frente do colaborador.

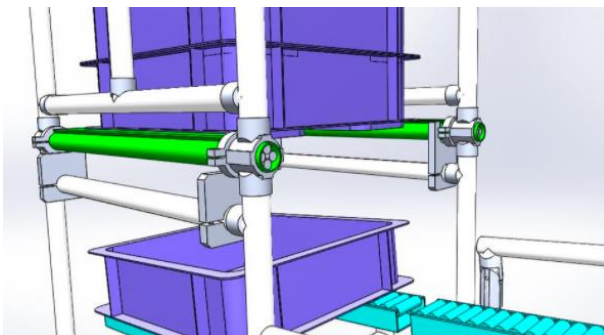


Figura 28 - Exemplo de *karakuri* para implementação em linha (Warkop 3D Design, 2021)

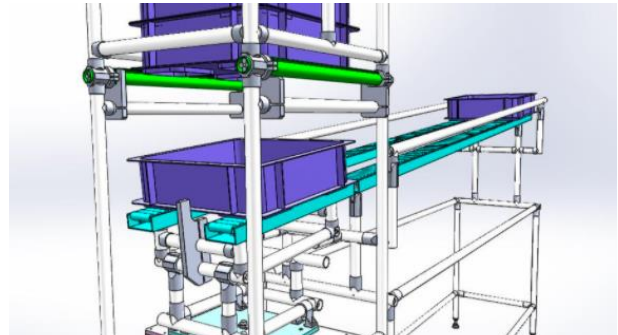


Figura 27 - Exemplo de *karakuri* para implementação em linha (Warkop 3D Design, 2021)

Para além de conferir semi-automatização à tarefa e à linha de embalagem, permite reduzir a carga de trabalho ao operador que em vez de desempenhar duas tarefas em paralelo, se concentraria apenas na máxima eficiência de uma delas. Assim, a armação da caixa seria realizada exterior à linha libertando espaço na mesma, tornando-a mais capaz e ágil, reduzindo o *lead time* do processo. O abastecimento do *karakuri*, à semelhança do que já é realizado atualmente, estaria à responsabilidade dos colaboradores designados separadores cuja função é separar os compostos e abastecer as linhas com os que são efetivamente necessários. Ainda, a implementação do mecanismo retiraria da linha a tarefa mais longa, cerca de 19,2% do *lead time* atual, permitindo que este se aproxime do *takt time* imposto pelos clientes da organização. Na Figura 29 encontra-se VSM *To Be* que pretende demonstrar e quantificar o benefício da remoção da tarefa.

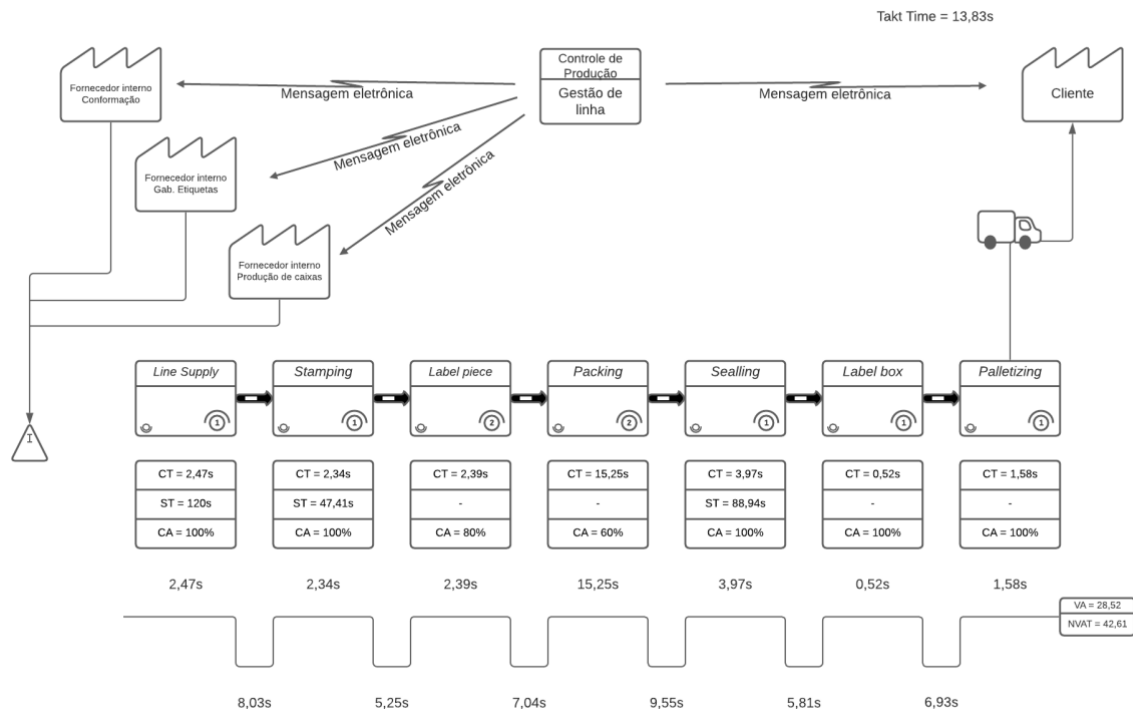


Figura 29 - VSM To Be - Linha de embalagem

Após a análise do fluxo de valor do processo, foi possível aferir que o número elevado de referências relativas a caixas para embalagem de peças MR era efetivamente uma dificuldade que deveria ser colmatada, dado que comprometia a produtividade da linhas. De facto, várias peças com a mesma forma e dimensão estavam cativas a caixas diferentes, o que resultava em que o fluxo de embalagem não fosse contínuo porque a dada altura a linha tinha de ser abastecida com uma caixa de referência diferente à usada até então. Ainda, frequentemente o próprio tipo de embalagem era distinto para peças idênticas, e como já mencionado anteriormente, tipos de embalagem diferentes requerem do colaborador maior carga de trabalho afetando assim a cadência da linha.

Desse modo, foi realizado um levantamento de todas as referências relativas a MR relacionando-as com a caixa a que estavam cativas. Posteriormente, dividiu-se as peças em 3 categorias principais, prato de jantar, prato de sopa (tigela) e saladeiras, dado que são os principais produtos comercializados no âmbito de MR. Para além disso, foram desconsideradas as peças que utilizem caixas *ivima*, caixas *placa* ou caixas *cruzeta*, dado

que não podem ser provisionadas no interior de uma caixa *standard* pois carecem de um tipo de embalagem específico.

Relativamente a *prato de jantar* foram consideradas as várias dimensões que estes apresentam dividindo-os em 6 categorias principais dentro das quais se encontraram 11 referências diferentes. O quadro resumo encontra-se na Tabela 10.

Tabela 10 - Número de referências de caixa face a *prato de jantar*

Prato Jantar			
Tipologia	Ref.	Descrição	Nº Ref.
24	01321	CX Americana C/240x100x60mm D1	2
26	01235	CX Americana C/270x270x95mm D1	4
27	01229	CX Americana C/290x290x113mm D1	10
	00602	CX Americana C/285x285x145mm D1	7
	01341	CX Americana C/265x265x135mm D1	7
28	01229	CX Americana C/290x290x113mm D1	17
	00602	CX Americana C/285x285x145mm D1	6
	01268	CX Americana C/280x280x152mm D1	6
29	01229	CX Americana C/290x290x113mm D1	6
30	01229	CX Americana C/290x290x113mm D1	11
	01235	CX Americana C/270x270x95mm D1	15

Como é possível verificar, apesar dos tipos de prato diferirem entre si, a mesma caixa é capaz de integrar várias dimensões distintas, por exemplo o caso da 01229 que pode ser utilizada para o embalamento de pratos 27, 28, 29 e 30. Desse modo, optou-se por eleger uma regra de decisão pela qual se consideraria uma caixa como tendo capacidade de se tornar um projeto *standard* e uma segunda regra para desempatar caso duas caixas diferentes fossem tão flexíveis que se enquadrassem em vários tipos de peça. Assim, a regra principal a ter em conta é a flexibilidade da caixa, isto é, os tipos de pratos que consegue acomodar no seu interior, na prática o número de referências de diferentes formas que permite embalar atualmente. A segunda regra compete as dimensões da caixa, ou seja, para duas referências de caixa distintas opta-se por aquela que apresenta proporções que lhe permita embalar o maior número de caixas. As duas regras diferem entre si porque a primeira considera o estado atual e a segunda a capacidade que uma caixa tem em englobar mais referências do que aquelas que se verifica no momento. Ainda, é importante ter-se em conta o aprovisionamento da peça dentro da caixa, dado que uma peça de dimensões reduzidas não pode ser colocada

no interior de uma caixa fundamentalmente maior pois pode condicionar o seu embalamento e posterior manuseamento e transporte.

Mais precisamente, em relação a *prato de jantar* as caixas que apresentavam maior número de referências eram a 01229 e a 01235, dentro das quais como exibiam dimensões semelhantes se optou por aquela que conferia mais flexibilidade ao embalamento, isto é, a 01229. Como salientado anteriormente, é importante ser-se sensível à forma das peças e, como tal, considerou-se assim a caixa 00602 que apresentava dimensões mais reduzidas em comprimento e altura, porém considerava maior altura à caixa.

O mesmo tipo de análise foi realizado para *prato de sopa* e *saladeira*, como se pode verificar pelas Tabela 11 e Tabela 12, respetivamente.

Tabela 11 - Número de referências de caixa face a *prato de sopa*

Prato Sopa			
Tipologia	Ref.	Descrição	Nº Ref.
19	01230	CX Americana C240x100x60mm	2
21	01600	CX Americana C/238x238x170mm	3
	01327	CX Americana C/213X213X170mm	2
22	01328	CX Americana C/220X220X320mm	7
23	01342	CX Americana C/225x225x365mm	1
	01600	CX Americana C/238x238x170mm	1
24	01232	CX Americana C/234x234x120mm	9
	01600	CX Americana C/238x238x170mm	2
	02199	CX Americana C/ 240x240x270mm	2
25	01341	CX Americana C/265x265x135mm	5
	01249	CX Americana C/252x252x175mm	3
26	01341	CX Americana C/265x265x135mm	1

Tabela 12 - Número de referências de caixa face a *saladeira*

Saladeira			
Tipologia	Ref.	Descrição	Nº Ref.
19	01423	CX Americana C/181x181x335mm	4
	01256	CX Americana C/190x190x255mm	1
21	01232	CX Americana C/234x234x120mm	1
24	01232	CX Americana C/234x234x120mm	4
	02093	CX Americana C/234x234x100mm	2
	01600	CX Americana C/238x238x170mm	2
25	02088	CX Americana C/ 242x242x110mm	8
	02197	CX Americana C/ 250x250x142mm	2
	02196	CX Americana C/ 247x247x112mm	1
26	01341	CX Americana C/265x265x135mm	9
27	01341	CX Americana C/265x265x135mm	4
28	01229	CX Americana C/290x290x113mm	2
	01453	CX Americana C/270x125x272mm	1
	02124	CX Americana C/ 285x280x137mm	1
29	02124	CX Americana C/ 285x280x137mm	1
30	01228	CX Americana C/299x299x85mm	2
	01229	CX Americana C/290x290x113mm	1
31	02351	CX Americana C/ 315x315x125mm	1

Ao efetuar a análise aos dois tipos de peça, foi possível verificar que existiam caixas análogas entre si, e que como tal, deviam ser prioritariamente consideradas ao abrigo do conceito *standard*. Desse modo, resultou no seguinte quadro na Tabela 13 que apresenta as propostas de caixas a considerar como *standard*.

Tabela 13 - Proposta de caixas a considerar como *standard*

Proposta		
Prato de jantar	00602	CX Americana C/ 285x285x145mm
Prato de sopa	02199	CX Americana C/ 240x240x270mm
	01341	CX Americana C/ 265x265x135mm
Saladeira	01232	CX Americana C/ 234x234x120mm
	01341	CX Americana C/ 265x265x135mm
	02351	CX Americana C/ 315x315x125mm

Assim, uniformizou-se o embalamento para peças de MR em 5 caixas *standard*, uma caixa para o embalamento de *prato de jantar*, duas caixas para *prato de sopa* e três para *saladeira*. Desse modo, das 60 referências de caixa americana que estavam cativas a peças MR, de salientar que nos quadros representados acima apenas se encontram as principais, restaram apenas 5 referências de caixa conferindo uma redução de cerca de 92%.

A proposta de melhoria visa assim combater o comprometimento nas linhas de produção, sendo ainda a chave para melhorar a gestão de *stock*, nomeadamente no controlo e monitorização do nível de mercadoria armazenada, conferindo maior capacidade de organização à Grestel. Ainda, dada a redução substancial no número de referências de caixas, as previsões de necessidade tornam-se mais objetivas e eficientes concedendo aos responsáveis maior poder de negociação ao garantir maiores volumes de encomenda, usufruindo assim de custos de aquisição menores. Para além disso, e aliado à gestão de *stock* e maior poder de compra, permite a criação de supermercados de caixas de maiores dimensões que abasteçam ativamente a linha quando necessário.

5.2.2. Otimização da secção de produção interna de compostos

Apesar de a Grestel – Produtos Cerâmicos S.A., dado o volume de peças que embala diariamente, adquirir 95% dos compostos para embalamento junto dos seus fornecedores, cerca de 5% dos compostos são fabricados internamente na secção de produção interna da fábrica. À semelhança das linhas de embalamento, foi realizado um *Deployment Diagram* para análise visual do processo de produção nesta secção, e posteriormente, um *Value Stream Mapping* que considera as informações relevantes das atividades desempenhadas na secção, de modo a facilitar a identificação de oportunidades de melhoria que, se aplicadas, visam aumentar a capacidade de produção interna. O VSM do estado atual do sistema, bem como aquele que considera as oportunidades de melhoria, encontram-se na Figura 30 e Figura 32, respetivamente.

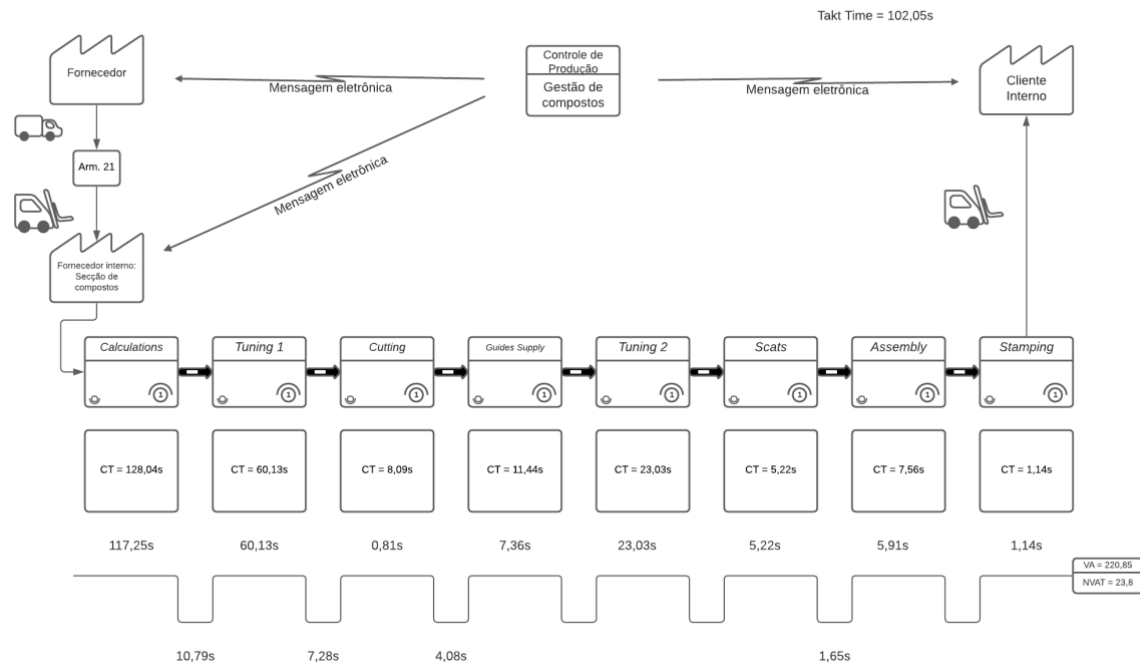


Figura 30 - VSM As Is - Secção de produção de compostos

À semelhança do estudo realizado para a linha de embalagem, foi elaborado um *Diagrama de Ishikawa* para a secção de produção de compostos, encontrando-se na Figura 31. Apesar das inúmeras oportunidades de melhoria observadas na secção, é possível estabelecer-se uma ponte entre elas: a indefinição da secção de produção de compostos, isto é, apesar de à primeira vista o *layout* de secção e as atividades se encontrarem bem definidas, pormenores relativos às duas temáticas não se encontravam bem definidos conduzindo a um desempenho ineficiente da mesma. Abordando a Medição, considera-se novamente o erro inerente à recolha de dados através de um dispositivo móvel e desempenhado por um humano, porém o mais preocupante é a inexistência de qualquer indicador de *performance* adequado às funções desempenhadas pelos colaboradores. O Meio Ambiente conferia dimensões de secção reduzidas, sendo que mesmo que o material se encontrasse arrumado era um entrave a deslocações necessárias dos colaboradores. Ainda, dadas as suas pequenas dimensões, quando as máquinas de corte e escatelamento se encontravam em atividade, tornavam o ambiente bastante ruidoso. Como o processo é essencialmente manual, tanto as últimas razões apontadas como o teor repetitivo do processo e o facto de os colaboradores se sentirem descartáveis para a organização, levava à sua desmotivação e descontentamento

pela pouca atenção que recebiam. O único entrave considerado no âmbito Material é a existência de inúmeras referências que é possível processar e que requerem afinações igualmente distintas entre si. Na Mão de Obra considerou-se que a afetação de tarefas não se encontrava desenhada às capacidades dos colaboradores, dado que o que se mostrava mais dinâmico se encontrava a desempenhar a tarefa que menos lhe cedia oportunidade de desenvolvimento de espírito crítico. Como já mencionado anteriormente, o processo apesar de funcionar com recurso a dispositivos semi-automáticos, necessita de mão-de-obra humana que é propensa a cometer erros como mencionado por Shingo (1986). Ainda, os colaboradores eram essencialmente afetados pela inexistência de planeamento de produção na secção sendo obrigados a tomar decisões que não iam de encontrar àqueles que deviam ser os objetivos diários. Finalmente, relativo à Máquina a secção apresentava ferramentas bastante rudimentares que comprometiam a atividade dos colaboradores, ambas as máquinas não conferem muita capacidade de corte e estacatelamento e a sua afinição é também exigente e morosa, principalmente pelo facto de cada vez que há necessidade de se processar uma caixa a máquina ter de ser inevitavelmente afinada.

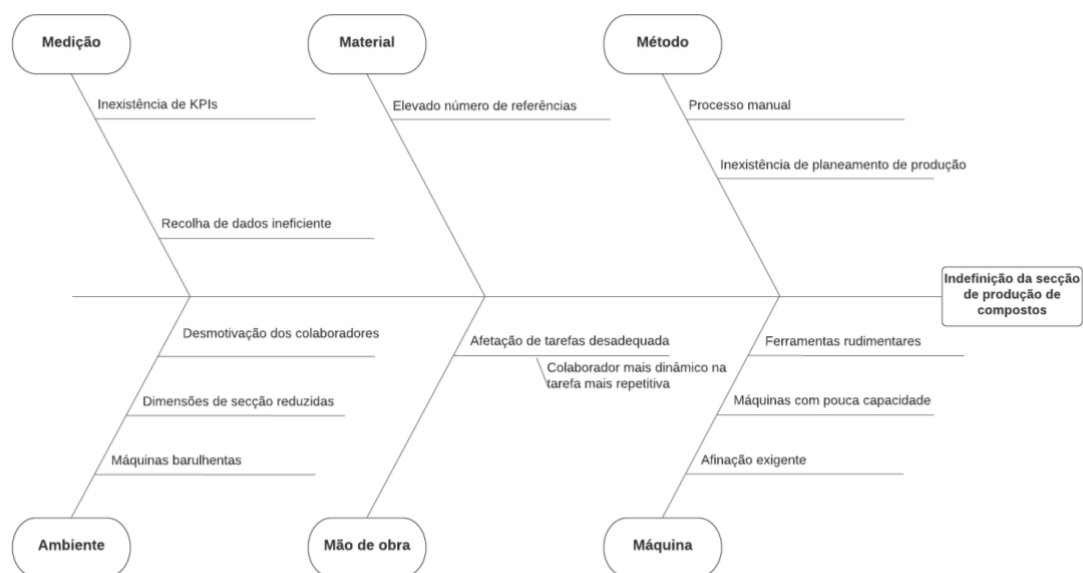


Figura 31 - Diagrama de Ishikawa relativo à secção de produção de compostos

Desse modo, as oportunidades de melhoria passíveis de localizar através da análise do VSM As Is e as causas evicenciadas no *Diagrama de Ishikawa*, permitiram a elaboração das oportunidades de melhoria que se encontram na Figura 32.

5.2.2.1. Utilização de material rudimentar nas afinações

Verificou-se que tanto para as afinações realizadas na máquina 1 como na máquina 2, os colaboradores não dispunham de material apropriado. Dada essa falência, de cada vez que procediam a uma afinação utilizavam uma fita métrica e com as sobras de cartão de afinações anteriores, elaboravam uma guia que servia de régua para afinar a máquina para o corte seguinte, acabando-se por se desfazer da guia no final da caixa a realizar. Este processo necessitava da realização de cálculos que levavam alguns minutos e dado que não armazenavam as guias para afinações da mesma referências em dias seguintes, a repetição da realização de cálculos e guias eram uma constante.

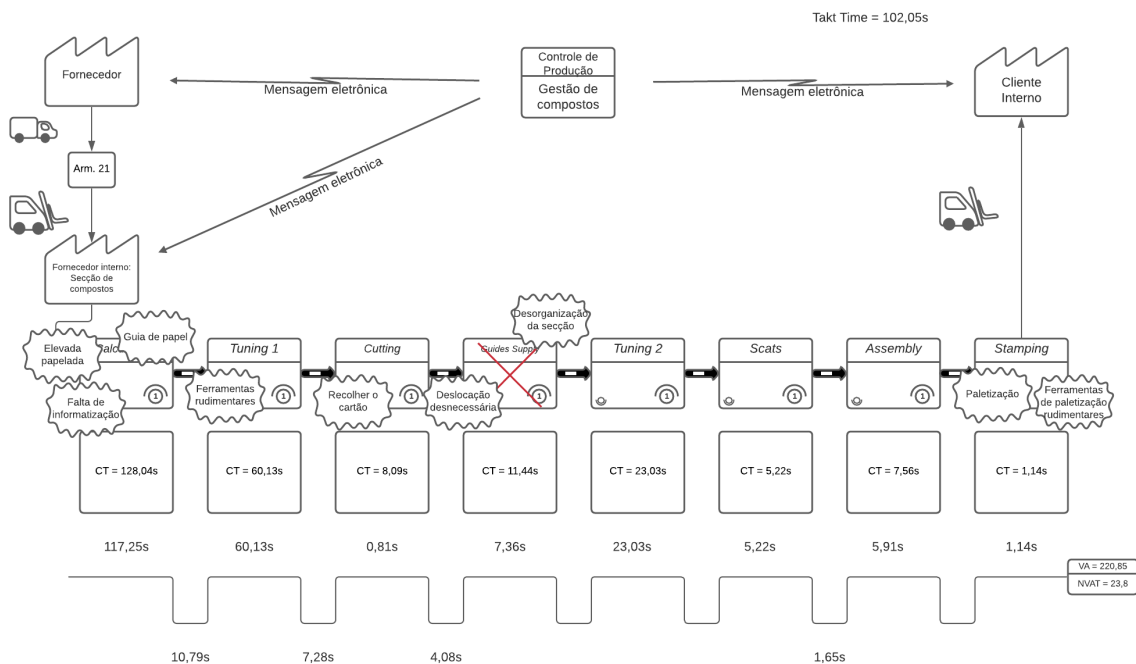


Figura 32 - Oportunidades de melhoria - Secção de produção de compostos

Tabela 14 - Comparação entre o *cycle time* e o tempo dispensado na afinação

<i>Cycle Time vs Tempo total das tarefas</i>			
05:06,77	03:46,06	03:21,80	03:27,36
02:42,16	02:13,49	02:37,08	02:37,04
↓	↓	↓	↓
47,80%	61,70%	73,70%	72,40%

Como se pode verificar pela Tabela 14, esta tarefa ocupa em média 63,9% do tempo total de processamento de uma caixa e, apesar de ser um passo necessário, não acrescenta valor ao processo. De maneira a eliminar o tempo despendido na realização de cálculos e a eliminar a margem de erro humano inerente a efetuar os mesmos numa máquina calculadora de 8 dígitos, efetuou-se um sistema *poke yoke* de controlo, de modo a prevenir a falha de erro humano (Lazarevic et al., 2019). O sistema, representado na Figura 33, foi realizado via Excel e os colaboradores apenas necessitam de colocar a referência do composto a efetuar que o mesmo devolve tanto as medidas que a caixa deve apresentar, internas e externas, como as posições necessárias para afinação. Assim, o seu objetivo compete a não ocorrência de erros, neste caso na tarefa de afinação, indo ao encontro ao que Shingo (1986) definiu como sendo a principal finalidade deste tipo de sistema.

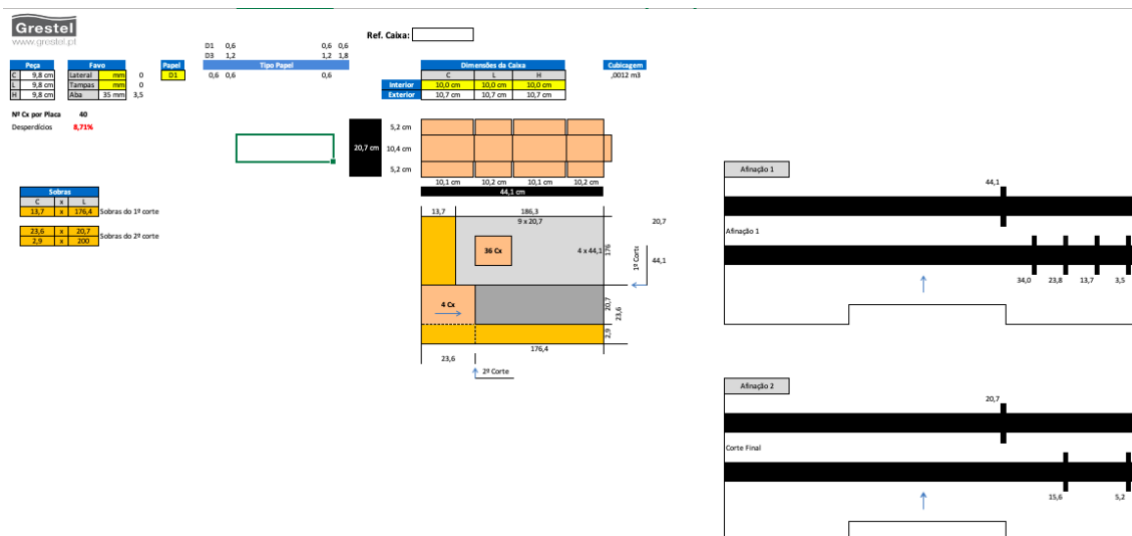


Figura 33 - *Poka yoke* de ação preventiva aplicado na secção

Para além disso, foi consultado junto do departamento de manutenção da fábrica se seria possível realizar uma régua magnética que fosse possível transportar se necessário e que ao mesmo tempo aderisse às máquinas a afinar. O departamento avançou com o projeto e o resultado encontra-se visível na Figura 34.

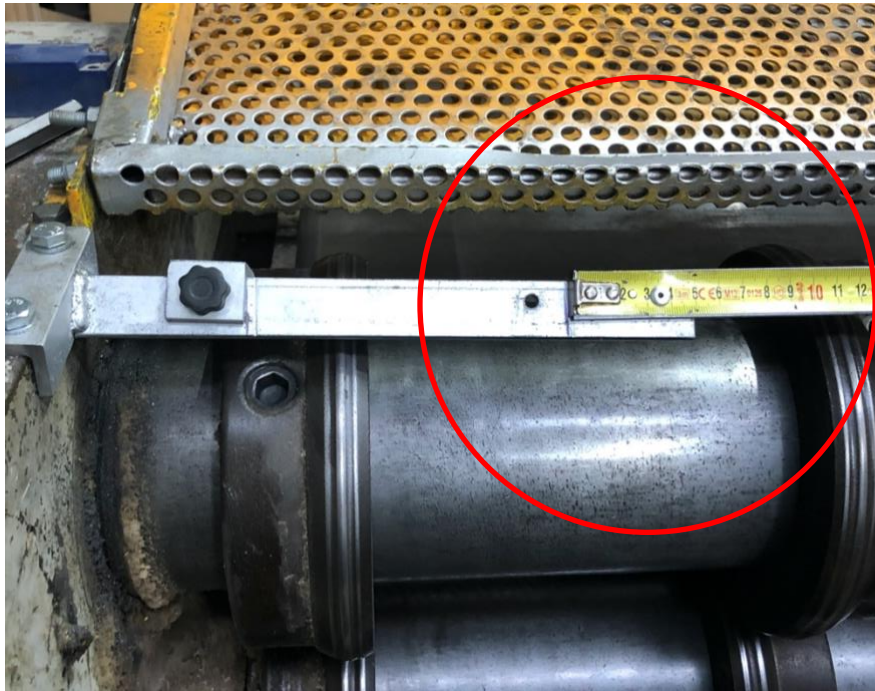


Figura 34 - Implementação de régua magnética na secção de produção de compostos

Tanto a folha de cálculo como a régua magnética mostraram-se eficazes na eliminação do tempo despendido em cálculos, como é verificável na Tabela 15.

Tabela 15 - Resultado da implementação *poka yoke*

<i>Cycle Time</i> pré-melhoria	<i>Cycle Time</i> pós-melhoria
128,04s	13,02s

A implementação do *poka yoke* e a introdução de material mais ergonómico e atualizado, permitiu que toda a tarefa de afinação se tornasse mais simplificada e padronizada, assegurando a consistência da atividade. Desse modo, ao abrigo do descrito por Pinto (2014) e do resultado da sua implementação visível na Tabela 15, o trabalho do

colaborador A foi efetivamente tornado num *standard work* com implicações positivas no *cycle time* do processo.

5.2.2.2. Excesso de material entregue aos colaboradores

Após a análise semanal de compostos necessários para embalagem, são alocadas as caixas que devem ser produzidas internamente e, desse modo, é realizada uma requisição que é entregue aos colaboradores em formato de papel. Dado o desalinhamento entre a produção e o embalagem comentado acima, o que acontece por vezes é a ocorrência de emergências em linha, para as quais é realizada uma nova requisição que é novamente entregue aos colaboradores. Portanto, o que se verifica é acumulação de folhas de requisição na secção que não se encontra em linha com a filosofia *lean* e os conceitos de sustentabilidade, bem como confunde os próprios colaboradores que por vezes, ao não compararem requisições anteriores com as entregas recentemente, reprocessavam caixas.

O formulário de requisição da Grestel contém as seguintes informações:

- Identificação:** Grestel - Produtos Cerâmicos, S.A. Zona Industrial de Vagos, Lote 79, 3840-388 Vagos.
- Formulário de Pedido:** Campos para identificação, quantidade, unidade, data de entrega e local de entrega.
- Tabela de Itens:**

QUANTIDADE	UNIDADE	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1000	KG	ADJUTIVO MODO	1000	KG	1,0000	1000,00
1000	KG	CA. ANEMASIA C21430201001 - 470011	1000	KG	1,0000	1000,00
1000	KG	CA. PLATA C21430201001 - 470011	1000	KG	1,0000	1000,00
1000	KG	CA. PLATA C21430201001 - 470011	1000	KG	1,0000	1000,00
1000	KG	CA. PLATA C21430201001 - 470011	1000	KG	1,0000	1000,00
1000	KG	CA. ANEMASIA C21430201001 - 470011	1000	KG	1,0000	1000,00
1000	KG	CA. ANEMASIA C21430201001 - 470011	1000	KG	1,0000	1000,00
- Valor Total:** 39165,00
- Formulário de Pagamento:** Campos para condição de pagamento (Pronto pagamento), moeda (EUR) e data.
- Assinaturas:** Espaço para a requisição feita e executada por.

Figura 35 - Representação de requisição entregue aos colaboradores

Consciencializando a administração da Grestel e mais propriamente o Departamento de Compras para o problema em questão, a medida passa pela introdução de um dispositivo informático, como um *tablet* ou computador, que permita não só consultar as requisições a efetuar como também examinar o *poke yoke* introduzido acima, extraindo as medidas das caixas a processar.

5.2.2.3. Desorganização dos postos de trabalho

Apesar do *layout* da secção ter sido alterado recentemente por decisão interna da Grestel, de modo a ser mais ergonómico para os colaboradores e evitar deslocações desnecessárias dos mesmos, o espaço encontrava-se desorganizado com material processado e por processar espalhado por toda a secção. Logo, recorreu-se à Metodologia 5s, desenvolvida por Hiroyuki Hirano, com o objetivo de sensibilizar os colaboradores para a organização e disciplina do local de trabalho, introduzindo a avaliação da limpeza e arrumação no *kaizen* diário dos colaboradores onde os 5S são avaliados: Utilização (se estão apenas a utilizar o estritamente necessário eliminando do espaço de trabalho materiais inúteis) , Ordem (ter o espaço organizado de forma eficaz) , Limpeza (ter o espaço de trabalho devidamente asseado), Padronização (criar rotinas de limpeza e organização) e Disciplina (incentivar os intervenientes na manutenção da rotina). O quadro de avaliação, que deve ser diariamente preenchido, pode ser visível na Figura 36.

CONCEITO	COMO SE ENCONTRA A ÁREA?				
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Utilização					
Organização					
Limpeza					
Asseio					
Disciplina					

Figura 36 - Representação de quadro baseado na Metodologia 5S

5.2.2.4. Afetação de tarefas desadequada

Uma secção operada essencialmente por mão-de-obra humana está condicionada à individualidade de cada um dos seus colaboradores, bem como da sua disposição e bem-estar diário. A verdade é que os colaboradores se apresentavam bastante distintos entre si e a função que desempenhavam não estava alinhada com a personalidade de cada um, verificando-se que o colaborador mais dinâmico e pró-ativo estava a realizar a operação mais repetitiva e que necessitava de menos espírito crítico, nomeadamente a função 2. Após a

constatação desta oportunidade de melhoria, foram retirados tempos enquanto os colaboradores desempenhavam cada uma das suas funções, de modo a identificar-se o *bottleneck* do sistema e averiguar-se se seria favorável cruzar um colaborador pelo outro.

Tabela 16 - Comparação entre a função 1 e função 2

Comparação entre a Função 1 e Função 2 (Colaborador A e B, respetivamente)				
1	04:12,59	03:00,00	03:01,34	03:01,82
2	00:28,89	00:46,06	00:50,46	00:27,89

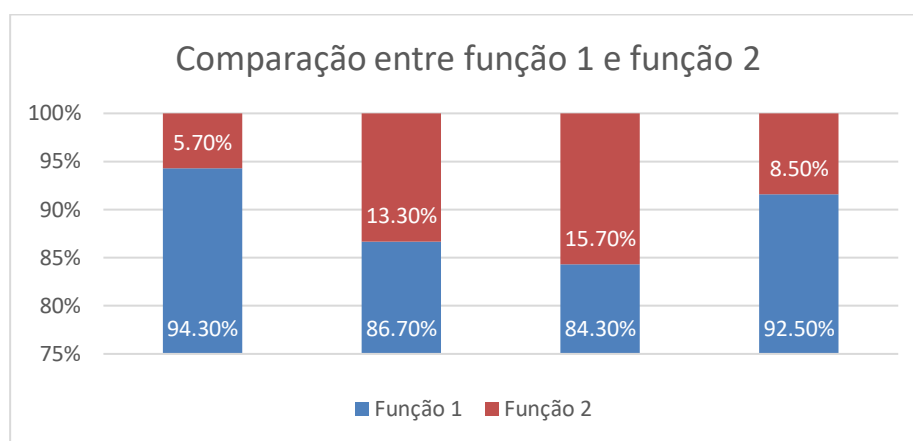


Gráfico 5 - Representação gráfica e percentual do conteúdo presente na Tabela 6

Através da Tabela 16 e do Gráfico 5, pode-se constatar que a função que requer mais tempo para ser efetuada é a função 1, dado que em média o colaborador A ocupa 89,45% a desempenhar a sua atividade enquanto o colaborador B apenas ocupa 10,55%, porém as funções são distintas entre si e a função 1 alberga várias tarefas dentro da mesma.

De modo a averiguar-se a hipótese acima formulada, alternaram-se os colaboradores entre si e foram novamente retirados tempos que se encontram na Tabela 17.

Tabela 17 - Comparação entre a função 1 e função 2 após a implementação da melhoria

Comparação entre a Função 1 e Função 2 (Colaborador A e B, respetivamente)				
1	02:22,09	02:04,07	02:01,13	02:13,80
2	00:15,76	00:23,45	00:27,32	00:17,09

Como se pode concluir houve um decréscimo de cerca de 1 minuto na função 1 e, aproximadamente, 30 segundos entre os tempos representados na Tabela 16 e Tabela 17, o que prova que as segundas funções e respetivos colaboradores apresentam uma maior harmonia conferindo mais produtividade à secção, dado que as funções são ajustadas a eles mesmos. De forma a manter esta secção otimizada, no futuro é fundamental monitorizar-se cada uma das funções e averiguar-se a motivação junto de cada um dos colaboradores, de forma a concluir-se se as funções continuam adequadas a cada um deles, principalmente se existir a introdução ou substituição de algum dos colaboradores.

5.2.2.5. Inexistência de planeamento de produção

Apesar de serem entregues requisições semanais aos colaboradores e de estes estarem conscientes que no final da semana as teriam de ter concluídas, não existia um planeamento de secção em que os colaboradores dispunham das caixas a realizar diariamente de modo a ter o trabalho orientado mediante a capacidade de produção da secção. Desse modo, elaborou-se um planeamento diário onde constam as referências a processar e respetivas quantidades, sendo o mesmo adaptado à capacidade máxima da secção (cerca de 700 caixas diárias).

semana				17/05/21		nº colaboradores		2	
Referência	Descrição	Quantidade		Duração Planeada (m)	Duração Planeada (hrs)	Prioridade	Estado		
02503	Cx Americana D1 C/342x335x300mm - VAS502/2	350	350	240,00	4,00	5	Em espera (Colagem)		
01987	Cx Americana c/ 90x90x83mm D1 - SI2192/1	123	123	84,34	1,41	5	Em espera (Colagem)		
02135	Cx Americana c/ 325x185x80mm D1 - BCA321/1	72	72	49,37	0,82	5	Em espera (Colagem)		
01218	Cx Americana C/170x160x33mm D1 - AA161/6	115	115	78,86	1,31	5	Por processar		
01345	Cx Americana C/187x187x603mm D3E - DS151/6	60	60	41,14	0,69	5	Por processar		
02062	Cx Americana C/245x245x88mm D1 - LS0241/1	120	120	82,29	1,37	5	Por processar		
02067	Cx Americana c/ 493x325x67mm D1 - S0R491	21	21	14,40	0,24	5	Por processar		
02096	Cx Americana C/371x210x32mm D1 - QJA371/1	95	95	65,14	1,09	5	Por processar		
02096I	Cx Placa C/371x210x32mm D1 - QJA371/1 - Interior	91	45,5	31,20	0,52	5	Por processar		
01241	Cx Americana C/335x335x180mm D3E - GB0291/1	20	20	13,71	0,23	5	Por processar		
01946C	Kit favo de abelha 8 C/18mm - AMA411/2 (2+2+2)	35	17,5	12,00	0,20	5	Por processar		
01946L	Kit favo de abelha 8 C/18mm - AMA411/2 (2+2+2)	35	17,5	12,00	0,20	5	Por processar		
02381	Cx Americana D1 C/570x395x55mm - QFA571/1	70	70	48,00	0,80	5	Por processar		
01475	Cx Ivima C/325x325x100mm D1 - PES161/4	70	105	72,00	1,20	5	Por processar		
01907	Cx Americana C/ 166x166x328mm D1 - AD282/4	40	40	27,43	0,46	5	Por processar		
019075	Separador em cruz C/ 164x325mm FO - AD282/4	40	20	13,71	0,23	5	Por processar		
01746	Cx Americana D1 C/ 165x155x100mm - IOC161/1	100	100	68,57	1,14	5	Por processar		
02324	Cx Placa c/ 462x312x45mm D1 - G0A451/1	110	55	37,71	0,63	5	Por processar		
02324I	Cx Placa c/ 462x312x45mm D1 - G0A451/1	110	55	37,71	0,63	5	Por processar		

Figura 37 - Esboço do planeamento diário para a secção de produção de compostos

Numa primeira instância, determinam-se as caixas que serão necessárias para satisfazer as encomendas semanais, indicando: a referência; a descrição de modo a obter-se as informações necessárias da mesma como as suas dimensões; a quantidade concreta das mesmas e a quantidade relativa ao tempo que o colaborador despense a realizá-la (para as caixas *americana* a razão é 1 sendo a quantidade objetiva igual à quantidade relativa, para as caixas *placa* e separadores a razão é 0,5 e para as caixas *ivima* a razão é 1,5); a duração planeada em minutos; a duração planeada em horas; a prioridade de realização que tem em conta se a caixa irá satisfazer uma encomenda de clientes ou de marcas da Grestel, sendo que as encomendas de clientes têm sempre prioridade sob as últimas; a data em que a encomenda será embalada e, por último, o estado que se divide em realizado, em espera (em que pode estar à espera de escatelamento ou de colagem) e por processar se ainda não se iniciou a sua realização.

segunda-feira		terça-feira		quarta-feira		quinta-feira		sexta-feira	
17/05/21		18/05/21		19/05/21		20/05/21		21/05/21	
02503 (2021001612)	350	01907 (2021001612)	40	01928 (2021001612)	350	019605 (2021001713)	170	01970 (2021001588)	290
019075 (2021001612)	20	01904 (2021001706)	5	02632 (2021001614)	85	01240 (2021001713)	80	02096 (2021001614)	95
01341 (2021001612)	10	01456 (2021001706)	140	01885 (2021001713)	32	02184 (2021001673)	165	02096 (2021001713)	91
01946C (2021001612)	17,5	01970 (2021001706)	40	01885I (2021001713)	32	02184I (2021001673)	165	02250 (2021001706)	60
01946L (2021001612)	17,5	01987 (2021001706)	130	01885S (2021001713)	32	02080 (2021001673)	35	01850 (2021001706)	71
02186 (2021001388)	5	02381 (2021001612)	140	01218 (2021001706)	115	02524 (2021001673)	75	02613 (2021001706)	30
01826 (2021001692)	170	01746 (2021001612)	100	02135 (2021001713)	72	02524I (2021001673)	75	02613S (2021001706)	25
01499 (2021001388)	110	02381 (2021001612)	70	02167 (2021001713)	45	01911 (2021001673)	85	01400 (2021001706)	10
02061 (2021001388)	340	01475 (2021001612)	70			02379S (2021001673)	300	01746 (2021001469)	80
		02105 (2021001706)	60			02607 (2021001588)	175	01168 (2021001469)	10
		02167 (2021001523)	40					02244 (2021001469)	5
		01746 (2021001612)	170					02339 (2021001469)	50
								02399A (2021001469)	225
Total	832,50	840,00	658	850,00	824,00				

Figura 38 - Representação do planeamento diário entregue aos colaboradores da secção

A informação resultante do quadro da Figura 37 é alocada aos vários dias da semana, sendo as referências de caixas dispostas num horário semanal que é ajustado face ao objetivo diário, número de horas do expediente dos colaboradores e prioridades em linha. O planeamento semanal é verificado e ajustado diariamente, sendo alterado se assim for necessário. Posteriormente, os dados resultantes do planeamento são considerados no *kaizen*

diário, comparando-se as referências e quantidades processadas com o objetivo diário, avaliando-se a *performance* dos colaboradores.

5.2.2.6. Inexistência de indicadores de performance

Para além de não se verificar planeamento adequado para a secção, o trabalho diário realizado pelos colaboradores não possuía controlo ao nível de indicadores de performance, isto é, não compreendia o alcance de qualquer objetivo diário que permitisse medir a performance da secção a médio e longo prazo.

Em primeiro lugar, reuniram-se esforços para se elaborarem indicadores que permitissem avaliar justamente as tarefas dos colaboradores, tendo em mente que teriam de ser equitativos para ambos dado que desempenham tarefas distintas entre si. Porém, dado que da atividade na secção o que se pretende realmente avaliar é o seu *output*, o número de caixas processadas diariamente e se estas estão a satisfazer as necessidades em linha, optou-se por avaliar a secção e os seus colaboradores de um modo mais generalizado. Assim, concluiu-se que os KPIs a aplicar na secção teriam de ser ferramentas tanto quantitativas como qualitativas para avaliar numericamente o processo e medir a qualidade da sua execução. Numa primeira fase, os KPIs foram então considerados em 3 dimensões: qualidade, produtividade e cumprimento do plano.

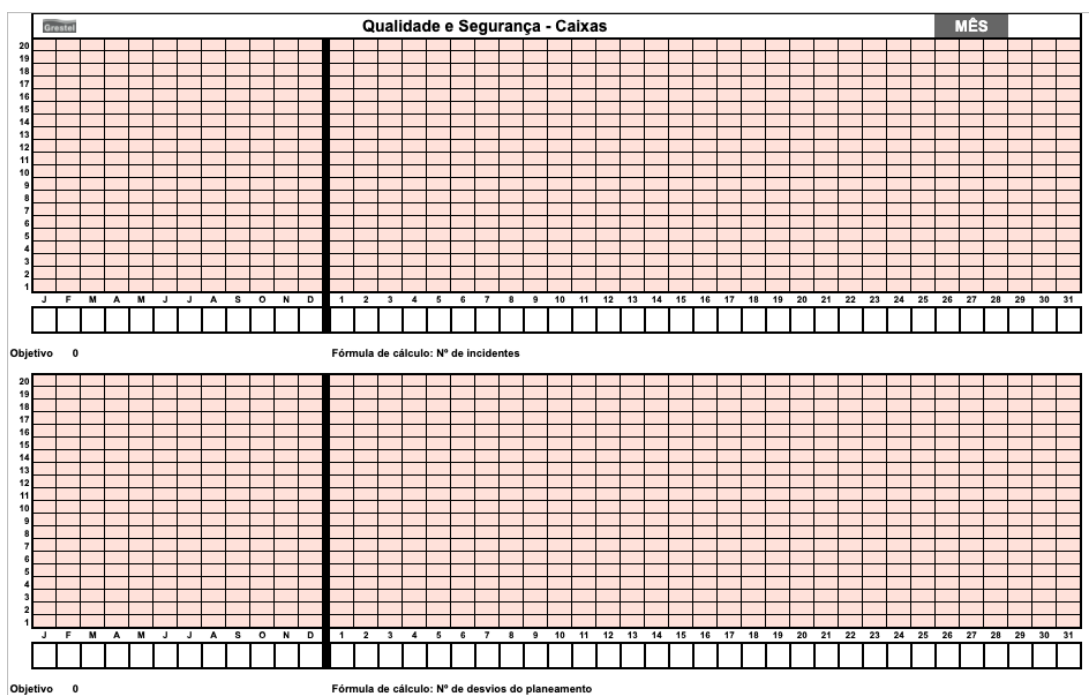


Figura 39 - Indicador de *performance* de qualidade aplicado à secção de compostos

O indicador de qualidade divide-se então em dois parâmetros: o primeiro visa avaliar o número de incidentes, isto é, incoerências ou imprecisões resultantes da atividade dos colaboradores, tais como erros na referência da caixa a processar ou na sua quantidade, entre outros. O segundo critério diz respeito a número de desvios do planeamento, ou seja, situações que obrigaram a que o planeamento inicial não fosse respeitado como a necessidade de se processar uma caixa para uma urgência em linha. O objetivo de ambos os critérios é zero já que se pretende que a secção opere em máxima capacidade de produção e em harmonia respeitando-se o planeamento fornecido.

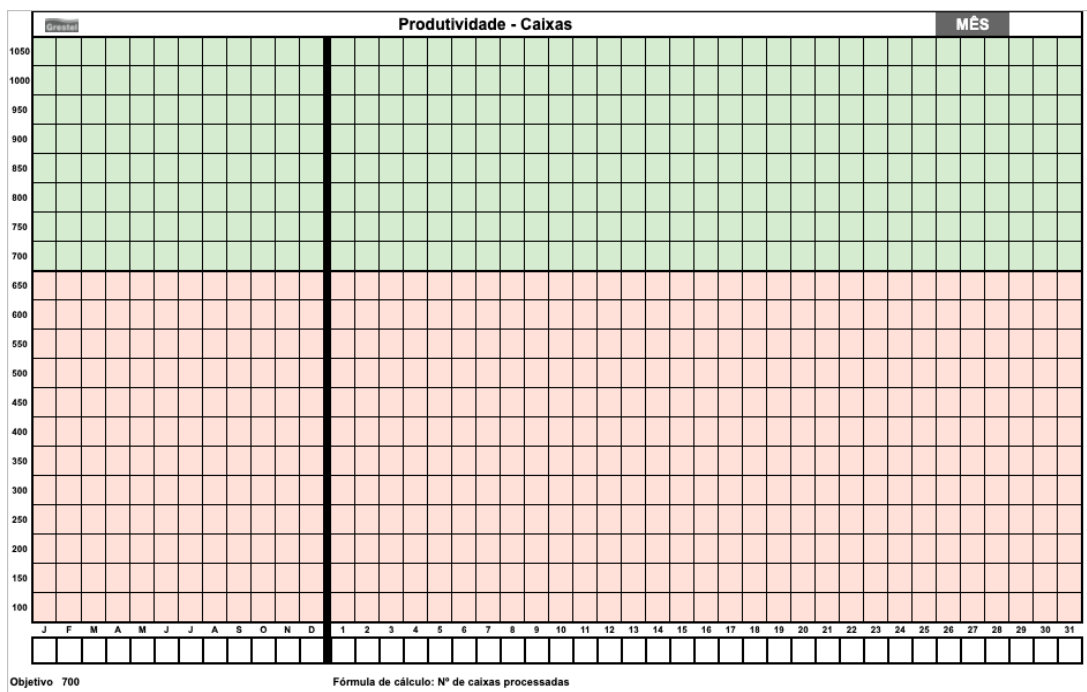


Figura 40 - Indicador de *performance* de produtividade aplicado à secção de compostos

O indicador de produtividade tenciona obter o número de caixas processadas diariamente comparando-o ao objetivo diário de modo a ser possível avaliar o desempenho do processo a nível quantitativo. Caso o objetivo não seja atingido, deve-se procurar as razões para o efeito, colmatando-as e evitando que se repita no futuro.

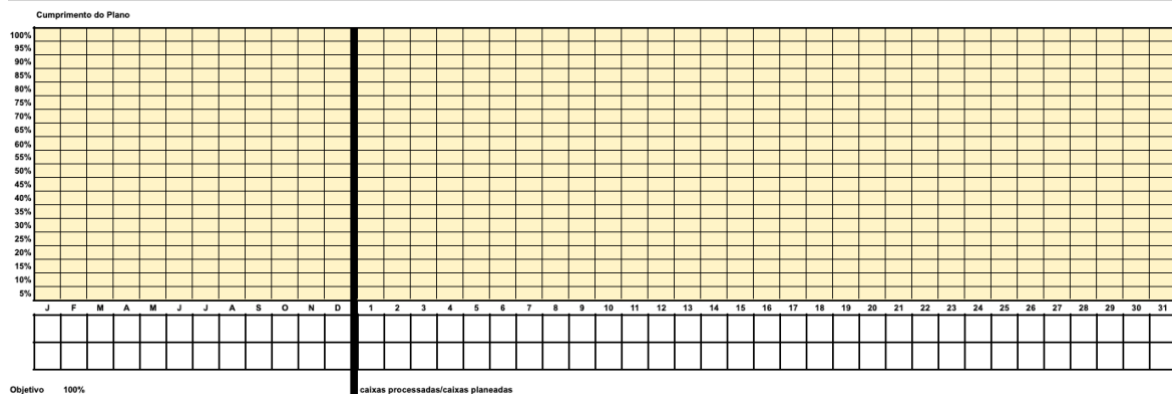


Figura 41 - Indicador de *performance* de cumprimento de plano aplicado à secção de compostos

O indicador de cumprimento do plano faz a comparação numérica entre as caixas efetivamente processadas pelos colaboradores e as caixas que constavam no planeamento entregue aos mesmos, pretendendo aferir se a secção se encontra em equilíbrio com a gestão interna da Grestel e com as necessidades das linhas de embalamento.

Os quadros relativos aos indicadores de desempenho e respetivas informações constam do *kaizen* diário apresentando em seguida, na Figura 42.

5.2.2.7. Inadequação do *Kaizen* Diário aplicado na secção

Ao contrário do exemplo de outras secções, a de produção de compostos, apesar de operar em horário normal os 5 dias úteis da semana, não apresentava qualquer tipo de controlo apropriado à sua atividade. Os dois colaboradores responsáveis pela mesma estavam inseridos numa reunião de *kaizen* diário cujos colegas pertenciam à equipa de separação e arrumação, sendo que os KPIs avaliados eram ajustados às atividades de *picking*, não sendo assim adaptáveis às tarefas desempenhadas na secção de produção de compostos. Perante este desfasamento e a imprescindibilidade de se monitorizar a secção, elaborou-se o seguinte quadro *kaizen*.

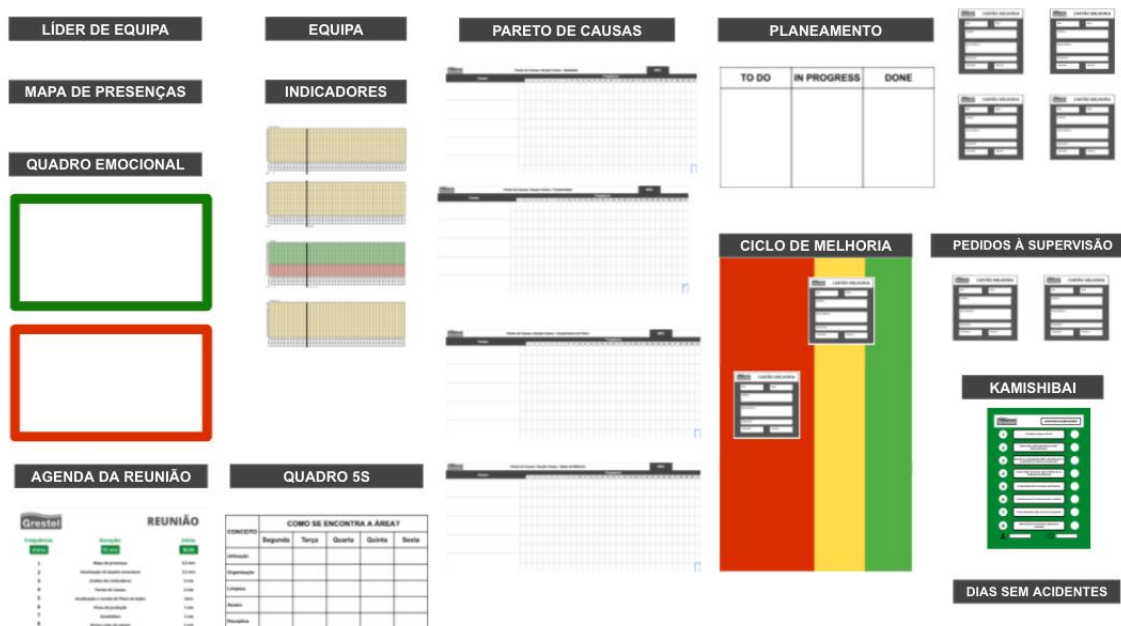


Figura 42 - Quadro de *Kaizen* Diário aplicado à secção de compostos

Como podemos verificar pela Figura 42, o quadro *kaizen* apresenta a equipa e o líder da mesma, isto é, o colaborador responsável pela coordenação da secção e da reunião *kaizen* em si, encaminhando a reunião, reunindo e apontando todas as informações no mesmo. Do quadro consta ainda o mapa de presenças e o quadro emocional, onde se colocam os colaboradores que compareceram ao expediente e como se sentiam nesse dia, sendo que se sentindo bem e motivados eram alocados ao verde e desanimados e aborrecidos ao vermelho, respetivamente. A agenda da reunião apresenta qual deve ser a frequência e duração da reunião, que no caso deve ser diária e de 10 minutos, respetivamente, devendo ter início às 8h30 da manhã. Para além disso, enuncia o rumo da reunião: deve iniciar pelo mapa de presenças onde se apontam os colaboradores presentes, seguido de atualizar-se o estado emocional dos mesmos. Após a recolha de informação necessária para o preenchimento dos quadros dos indicadores, é o momento de junto dos colaboradores, se analisar a informação retirada e, se verificadas, apurar as causas para os objetivos não terem sido alcançados, bem como recolher *inputs* de estratégias para não se voltar a repetir, sendo colocados no *Pareto de Causas*.

O planeamento auxilia os colaboradores durante o expediente a compreender que referências já realizaram, as que estão a processar e o que ainda está por produzir e os pedidos de supervisão são, como o nome indica, sugestões e ideias que os colaboradores partilham

durante a reunião e que são apontadas para posteriormente se passar essas informações à gestão interna da Grestel.

O ciclo de melhoria, que procura avaliar o estado de implementação de melhorias sugeridas pelos colaboradores, compreende três fases representadas por três cores diferentes: ainda não foi implementada (vermelho), está no decorrer da sua implementação (amarela) e foi implementada com sucesso (verde). Qualquer colaborador pode sugerir uma melhoria e, se esta se mostrar pertinente para os exercícios em função, é apontada num dos cartões visíveis na Figura 43, com a data de concepção da ideia, quem a sugeriu, qual o problema que visa colmatar, a ação de melhoria em si, quem será o responsável pela sua monitorização, a data de início e a data de conclusão da implementação.



O formulário, intitulado 'CARTÃO MELHORIA' e com o logótipo da Grestel no canto superior esquerdo, contém os seguintes campos de texto:

- Dois campos de texto no topo: 'Data:' e 'Quem:'.
- Um campo de texto maior: 'Problema:'.
- Um campo de texto maior: 'Ação de Melhoria:'.
- Um campo de texto maior: 'Responsável:'.
- Dois campos de texto no fundo: 'Data Início:' e 'Data Fim:'.

Figura 43 - Cartão de melhoria aplicado no *Kaizen* Diário

Por último, o *kamishibai* é abordado no final da reunião e é aplicado de modo a realizar-se intuitivamente uma auditoria à própria reunião de *kaizen*, integra 8 perguntas que pretendem certificar se a mesma decorreu segundo o indicado, se abordaram todos os pontos da agenda e se a reunião foi produtiva tanto para os colaboradores como para a empresa.

Um dos objetivos da dissertação concentrava-se no aumento da produtividade da secção de produção de compostos, desse modo averiguou-se a quantidade de caixas efetuada *a priori* da implementação do conjunto de melhoria e *a posteriori*, representado na Gráfico 6.

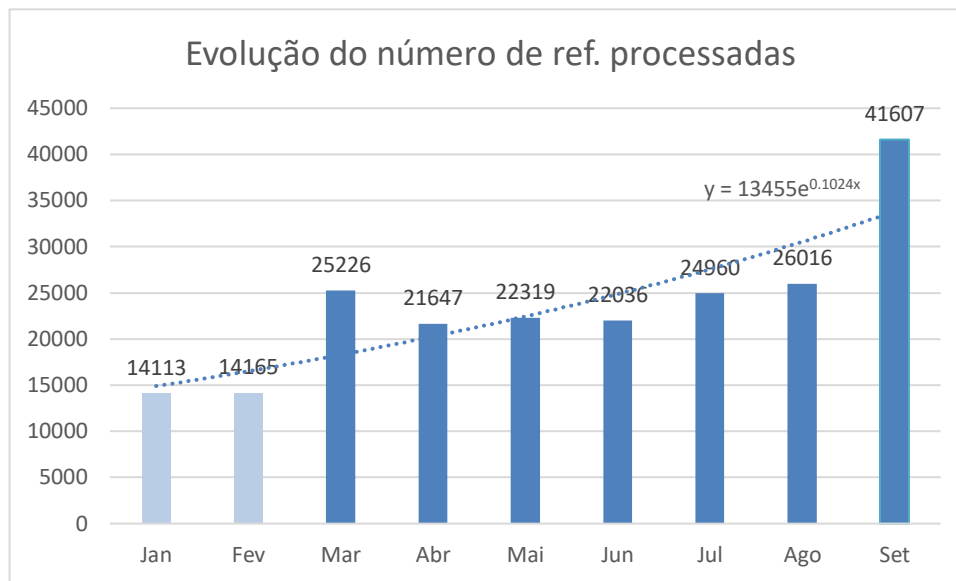


Gráfico 6 - Evolução do número de referências de caixa processadas na secção de produção de compostos

Através do Gráfico 6 é seguro considerar que o número de referências processadas mensalmente aumentou consideravelmente, de facto comparando com o mês de Janeiro e Fevereiro onde à data o estudo ainda se encontrava em análise do processo e nenhuma oportunidade se encontrava em fase de implementação, o número de referências processadas aumentou cerca de 85%. Deste modo, é seguro afirmar que os resultados obtidos sustentam o VSM *To Be*, representado na Figura 44, cumprindo com os objetivos traçados no início do estágio conduzido nas instalações da Grestel – Produtos Cerâmicos S.A.

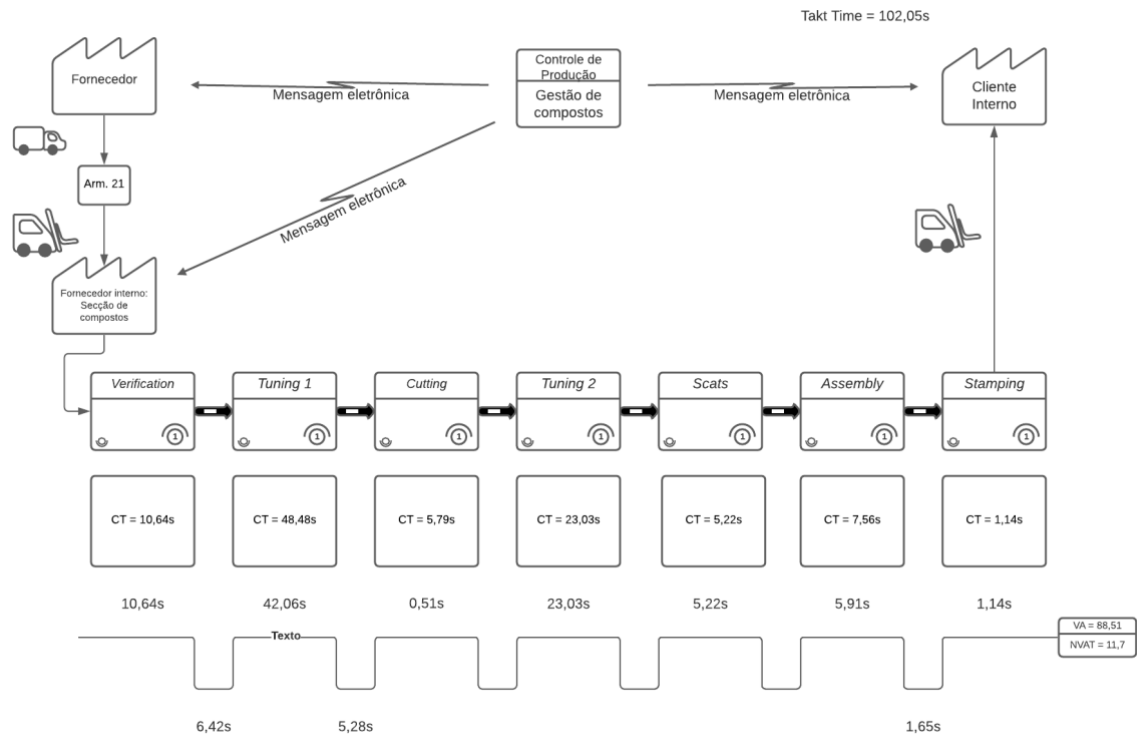


Figura 44 - VSM To Be - Secção de produção de compostos

6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS

O presente capítulo apresenta as principais conclusões retiradas no decorrer do trabalho desenvolvido, bem como propostas a desenvolver no futuro de modo a conferir mais capacidade, flexibilidade e eficiência nos processos desenvolvidos na Grestel, nomeadamente na Logística que alberga as linhas de embalamento de L1 a L6 e a secção de produção de compostos.

6.1. Conclusões

No decorrer do estágio desenvolvido nas instalações na Grestel – Produtos Cerâmicos S.A. foi apresentado como objetivo principal a melhoria do fluxo nas linhas de embalamento, mais propriamente, nas duas linhas destinadas ao embalamento de Marcas Próprias, bem como o aumento da capacidade produtiva da secção de produção interna de compostos.

De modo a compreender como seria possível alcançar os objetivos propostos, primeiramente tornou-se pertinente analisar detalhadamente as funções desempenhadas em ambas as secções. Assim, optou-se por uma abordagem de observação participativa, comunicando com os intervenientes do processo de modo a reconhecer cada uma das tarefas que desempenhavam e a sua importância. Posteriormente, desenvolveu-se uma abordagem de observação estruturada onde foram efetuadas várias visitas ao *gemba* a fim de quantificar os tempos de cada uma das tarefas desempenhadas. O estudo e análise de tempos tornou-se assim o ponto de partida para o desenvolvimento das oportunidades de melhoria apresentadas no capítulo anterior. Tais propostas de melhoria decorreram de uma aplicação efetiva da abordagem *lean* em ambas as secções, servindo-se das várias ferramentas existentes no âmbito da *lean toolbox* para a redução do *lead time* nas linhas L1 e L2 e aumentar a capacidade produtiva da secção de produção interna de compostos. Assim, e segundo o mencionado anteriormente, optou-se por aplicar a metodologia PDCA no decorrer do trabalho efetuado.

Para a concretização dos objetivos, antes do mapeamento de ambos os fluxos de valor, tornou-se pertinente o desenvolvimento de um *Deployment Diagram* que permitisse uma maior compreensão do processo de embalagem e de produção de compostos, proporcionando a identificação de problemas. Para além de um *brainstorming* em parceria com os intervenientes em ambos os processos, realizou-se um *Diagrama de Ishikawa* de modo a avaliar as causas para o aparecimento das dificuldades sentidas. Com a informação obtida de ambas as ferramentas mencionadas, e os tempos retirados durante as visitas ao chão de fábrica, construiu-se os *Value Stream Mapping* de ambas as secções. O VSM completou a tríade que permitiu a priorização de melhorias, dado que ao reunir todas as informações na mesma ferramenta visual possibilitou que se realçassem os problemas mais significativos e que afetavam mais as operações.

Após a identificação das oportunidades de melhoria, surgiu a necessidade de se aplicar um plano de ação em execução de modo a implementá-las. De facto, as propostas de melhoria decorreram de uma aplicação efetiva da abordagem *lean* em ambas as secções, servindo-se das várias ferramentas existentes no âmbito da *lean toolbox* para a redução do *lead time* nas linhas L1 e L2 e aumentar a capacidade produtiva da secção de produção interna de compostos.

Assim, embora nas linhas de embalagem não se consiga quantificar a poupança obtida em termos de tempo e custo nas implementações sugeridas, a integração de um *karakuri* em linha que deposite uma caixa já armada na mesma permitirá libertar uma das tarefas mais morosas e a que apresenta peso mais significativo no *lead time*. Para além disso, permitirá retirar essa mesma tarefa do processo, assentando na filosofia *lean* de eliminação de atividades de não valor acrescentado. Em contrapartida, o desenvolvimento do conceito *caixa standard* para o embalagem de peças de Marcas Próprias da Grestel permitiu uma redução para cerca de 5 referências de caixas face às 60 utilizadas anteriormente, possibilitando uma melhor gestão e aprovisionamento do *stock* de caixas, bem como facilitação na sua obtenção, dado que reduziu o número de referências que os colaboradores têm ao seu dispor, bem como permitiu encomendas em maior número a terceiros, reduzindo assim o seu custo.

Em relação à secção de produção interna de compostos, a adição do *poka yoke* e de ferramentas de trabalho apropriadas, nomeadamente a régua magnética, permitiu reduzir o tempo despendido na tarefa de medição e afinação da máquina de corte em cerca de 89,8%,

conferindo ainda mais ergonomia na tarefa desempenhada pelo colaborador, libertando a sua mente para o desenvolvimento de um maior espírito crítico e atenção para possíveis aparecimentos de oportunidades de melhoria no processo. Além disso, a integração de um planeamento diário possibilitou um maior controlo do processo, facilitando o acompanhamento efetuado à secção e o desenvolvimento de KPIs adaptados à mesma. Na realidade, incorporação de indicadores de *performance* relativos especificamente à produção de compostos, atendeu à necessidade que os colaboradores sentiam em ver o seu trabalho quantificado e valorizado, adquirindo espaço na reunião de *kaizen* diário para a sugestão de melhorias e discussão de ideias. Como Gibson et al (2007) sublinhou é crucial a realização de condutas que valorizem a força de trabalho e a permitam compreender a sua própria importância. Nesse seguimento, e face às características pessoais e profissionais de ambos os colaboradores, o câmbio entre as suas funções dinamizou mais o processo sendo um dos fatores para a redução em 1 minuto do *cycle time* na primeira parte do processo.

Em suma, avaliando o desempenho durante o decorrer do estágio curricular e os objetivos traçados no início do mesmo, pode considerar-se que os resultados das melhorias implementadas fazem com que estes convirjam. De facto, apesar de algumas das propostas sugeridas face às linhas de embalagem tenham ficado por realizar, considera-se que se alcançou um aumento da eficiência das atividades estudadas, sendo possível obter uma redução significativa no *lead time* na secção de produção de compostos. Não obstante, dado o potencial das oportunidades indicadas, a Grestel deve garantir que serão concretizadas no futuro, concedendo formação adequada a todos os intervenientes no processo de embalagem desmistificando que a integração de automação simples em linha não é sinónimo de descarte de um colaborador humano, consciencializando os colaboradores para a importância do seu trabalho.

6.2. Propostas futuras

Para atender às necessidades do mercado em constante mudança, os sistemas de produção são obrigados a tornar-se cada vez mais flexíveis. O VSM está a atingir os seus limites em termos do seu carácter estático, sendo incapaz de acomodar todas as dinâmicas. Na realidade, a indústria 4.0, não está apenas a apresentar novas dificuldades para a indústria, mas também a proporcionar oportunidades de melhorar a flexibilidade e a eficiência. Assim, abordagens baseadas em simulação para integração de VSM e representação em tempo real

do VS atual são algumas das novas alternativas. Uma vez que uma análise adequada do VS tenha sido conduzida, abordagens mais recentes assumem que é possível modelar um provável estado futuro de VS e testá-lo antes da sua implementação. Como resultado, vários autores integram simulação de eventos discretos com VSM e demonstram a eficácia desta metodologia combinada por meio de estudos de caso numa variedade de indústrias (Lugert et al., 2018). Desse modo, sugere-se que a Grestel forneça dispositivos em linha que permita aos seus colaboradores a capacidade de visualizar o VS atual em tempo real, de modo a tornar-se mais consciente do seu desempenho e do estado do processo. Pretendendo que como resultado, os colaboradores se envolvam mais no processo, recebendo mais responsabilidades e tornando-se participantes ativos nos processos que gere, promovendo-se assim a participação ativa no desenvolvimento de novas ideias para melhorar a própria área de trabalho ou todo o processo (Lugert et al., 2018).

Ainda, outra das sugestões de implementação a desenvolver no futuro seria a integração de uma solução de impressão e aplicação de etiquetas. De facto, o dispositivo já existe nas instalações da Grestel, porém o seu potencial não foi até então explorado. A sua integração permitiria a libertação de um colaborador em linha que poderia desempenhar outra função mais desafiadora e necessária, enquanto o *robot* conferiria mais agilidade e maior disponibilidade, combatendo a existência de quebras na linha e de estrangimento nas estações consequentes. Para além disso, e em linha com o mencionado no parágrafo acima, conferiria maior grau de automação ao processo.

Outra recomendação seria a organização da secção onde se encontram armazenadas as etiquetas. Primeiramente, encontram-se organizadas por importância de cliente, isto é, pelo peso do mesmo no volume de vendas da Grestel, ou seja, clientes “maiores” encontram-se mais perto da linha. Porém, sugere-se que o sistema de armazenamento dos itens siga o critério FEFO, seguindo o fator pelo qual as próprias encomendas irão ser embaladas. Desse modo, tentar-se-á colmatar movimentos desnecessários por parte dos operadores responsáveis pelo *picking* das etiquetas que por vezes têm de percorrer rotas maiores do que seria efetivamente necessário.

Tendo em conta o conceito de *standard work* mencionado no capítulo 2, como Sayer Williams & Bruce (2012) mencionaram os procedimentos e diretrizes devem estar disponíveis a todos aqueles que atuam no processo, auxiliando-os no exercício de atividades. Desse modo, sugere-se a criação de um manual a disponibilizar a todas as linhas de

embalamento que integre informações como os vários tipos de embalagem, as distintas etiquetas existentes e qual a posição onde devem ser colocadas consoante o cliente a satisfazer, de que modo devem ser acondicionadas as peças, etc. Devido à pandemia de SARS-Cov-2 bem como o crescimento da empresa, a afluência de novos colaboradores a incorporar as instalações da empresa tem sido uma constante. Assim, e apesar de lhes ser concedida formação no início da sua integração, o manual serviria para colmatar qualquer tipo de dúvida que surgisse, evitando assim desperdícios em linha, como por exemplo a necessidade de se reembalar uma encomenda inteira devido a erro humano.

Por outro lado, e apesar da integração de KPIs e de planeamento diário na secção de produção interna de compostos ter sido efetivamente realizada, sugere-se que o objetivo diário de caixas a efetuar seja recorrentemente revisto, de modo a assegurar que se mantém atual e em linha com a capacidade produtiva da secção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barnes, R. M. (1937). *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*. Wiley.
- Bhanu, M. V., Bellur, P., & Kumar, S. (2018). *Global study and implementation of Karakuri*.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2007). *Operations management for competitive advantage*. McGraw Hill Professional.
- De Toni, A., & Tonchia, S. (2001). Performance measurement systems - Models, characteristics and measures. *International Journal of Operations & Production Management*, 21, 46–71. <https://doi.org/10.1108/01443570110358459>
- Design, W. 3D. (2021). *Karakuri / Stacking Magazine*.
<https://grabcad.com/library/karakuri-stacking-magazine-1>
- Dewey, J. (1966). *Democracy and education: an introduction to the philosophy of education*. New York: The Free Press.
- Dirgo, R. (2005). *Look Forward Beyond Lean and Six Sigma: A Self-perpetuating Enterprise Improvement Method* (J. R. Publishing (ed.)).
- Doggett, A. M. (2005). Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection. *Quality Management Journal*, 12(4), 34–45.
<https://doi.org/10.1080/10686967.2005.11919269>
- El-Homsi, A., & Slutsky, J. (2009). *Corporate Sigma: Optimizing the Health of Your Company with Systems Thinking* (Productivity Press (ed.)).
- Forza, C. (1996). Work organization in lean production and traditional plants. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 42–62.
<https://doi.org/10.1108/01443579610109839>
- Fredendall, L., Patterson, J., Lenhartz, C., & Mitchell, B. (2002). What Should Be Changed? A comparison of cause and effect diagrams and current reality trees shows which will bring optimum results when making improvements. *Quality Progress*, 35, 50–59.
- Fullerton, R. R., & McWatters, C. S. (2002). The role of performance measures and incentive systems in relation to the degree of JIT implementation. *Accounting*,

- Organizations and Society*, 27(8), 711–735.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(02\)00012-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0361-3682(02)00012-0)
- Gibson, C. B., Porath, C. L., Benson, G. S., & Lawler, E. E. (2007). What Results When Firms Implement Practices: The Differential Relationship Between Specific Practices, Firm Financial Performance, Customer Service, and Quality. *Journal of Applied Psychology*, 92(6), 1467–1480. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.92.6.1467>
- Grewal, C. (2008). An initiative to implement lean manufacturing using value stream mapping in a small company. *IJMTM*, 15, 404–417.
<https://doi.org/10.1504/IJMTM.2008.020176>
- Guerrero, S., & Barraud-Didier, V. (2004). High-involvement practices and performance of French firms. *The International Journal of Human Resource Management*, 15(8), 1408–1423. <https://doi.org/10.1080/0958519042000258002>
- Heckl, D., & Moormann, J. (2010). Process Performance Management. In *Handbook on Business Process Management* (Vol. 1, pp. 115–135). https://doi.org/10.1007/978-3-642-01982-1_6
- Imai, M. (2007). *Gemba Kaizen. A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9320-5_2
- Ishaq Bhatti, M., Awan, H. M., & Razaq, Z. (2014). The key performance indicators (KPIs) and their impact on overall organizational performance. *Quality and Quantity*, 48(6), 3127–3143. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s11135-013-9945-y>
- Jaca, C., Paipa, L., Viles, E., & Mateo, R. (2016). The impact of a readiness program for implementing and sustaining continuous improvement processes. *TQM Journal*, 28. <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2014-0067>
- Juergensen Timothy. (2000). *Continuous Improvement: Mindsets, Capability, Process, Tools and Results*. 1. [http://www.change-specialists.com/articles/Continuous Improvement article with revised assessment.pdf](http://www.change-specialists.com/articles/Continuous%20Improvement%20article%20with%20revised%20assessment.pdf)
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The balanced scorecard : translating strategy into action*. Harvard Business Press.
- Katayama, H., Sawa, K., Hwang, R., Ishiwatari, N., & Hayashi, N. (2014). Analysis and classification of Karakuri technologies for reinforcement of their visibility, improvement and transferability: An attempt for enhancing lean management. *PICMET 2014 - Portland International Center for Management of Engineering and*

- Technology, Proceedings: Infrastructure and Service Integration*, 1895–1906.
- Kleszcz, D., Ulewicz, R., & Nowakowska-grunt, J. (2013). Chapter 8 THE USE OF LEAN TOOLS IN THE CERAMIC. *Toyotarity. Management of the Production Values (Red.) BORKOWSKI S., GRLADINOVIĆ T.*, 94–111.
- Kleszcz, D., Zasadzień, M., & Ulewicz, R. (2019). Lean Manufacturing in the ceramic industry. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 2(1), 457–466. <https://doi.org/10.2478/mape-2019-0046>
- Koenigsaecker, G. (2012). Leading the Lean Enterprise Transformation. In *Leading the Lean Enterprise Transformation*. <https://doi.org/10.1201/b12895>
- Lazarevic, M., Mandic, J., Sremcevic, N., Vukelic, D., & Debevec, M. (2019). A systematic literature review of poka-yoke and novel approach to theoretical aspects. *Strojnicki Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 65(7–8), 454–467. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6056>
- Liker, J., & Meier, D. (2005). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill. <https://doi.org/doi:10.1036/0071448934>
- Liker, J., & Morgan, J. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Lugert, A., Völker, K., & Winkler, H. (2018). Dynamization of Value Stream Management by technical and managerial approach. *Procedia CIRP*, 72, 701–706. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.284>
- MADU, C. N., & GEORGANTZAS, N. C. (1991). Strategic Thrust of Manufacturing Automation Decisions: A Conceptual Framework. *IIE Transactions*, 23(2), 138–148. <https://doi.org/10.1080/07408179108963849>
- Mihály, A., Gáspár, P., & Németh, B. (2017). Robust fault-tolerant control of in-wheel driven bus with cornering energy minimization. *Journal of Mechanical Engineering*, 63(1), 35–44. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2016.3639>
- Mikušová, M., & Janečková, V. (2010). Developing and implementing successful key performance indicators. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 42(6), 969–981. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1072221>
- Moen, R., & Norman, C. (2009). Evolution of the PDCA Cycle. *Society*, 1–11.
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0.

- Procedia Engineering*, 182, 466–473. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>
- Murata, K., Wakabayashi, K., Watanabe, A., & Katayama, H. (2013). Analysis on Integrals of Lean Module Technologies The Cases of Visual Management, Poka-Yoke and Karakuri Technologies. *Research in Electronic Commerce Frontiers*, 1(2), 21–29. www.seipub.org/recf
- Northrup, C. L. (2004). *Dynamics of Profit-Focused Accounting: Attaining Sustained Value and Bottom-Line Performance*. J. Ross Publishing.
- Ohno, T. (2012). *Taiichi Ohnos Workplace Management: Special 100th Birthday Edition*. McGraw-Hill Education. <https://books.google.pt/books?id=B4J6J4whSwEC>
- Pearce, A., & Pons, D. (2013). Implementing Lean Practices: Managing the Transformation Risks. *Journal of Industrial Engineering*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/790291>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras*. Lidel.
- Rajpurohit, A. (2019). Application of Lean Tools in Ceramic Industry: A Review. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 7(4), 2652–2658. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2019.4481>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2018). An investigation into manufacturing performance achievements accrued by Indian manufacturing organization through strategic 5S practices. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 67(4), 754–787. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2017-0149>
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(8), 800–822. <https://doi.org/10.1108/01443570510608619>
- Rolstadås, A. (1998). Enterprise performance measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(9/10), 989–999. <https://doi.org/10.1108/01443579810225577>
- Rother, M. (2001). *Creating Continuous Flow: An Action Guide for Managers, Engineers & Production Associates*. Lean Enterprise Institute.
- Sakakibara, S., Flynn, B. B., Schroeder, R. G., & Morris, W. T. (1997). The Impact of Just-in-Time Manufacturing and Its Infrastructure on Manufacturing Performance. *Management Science*, 43(9), 1246–1257. <http://www.jstor.org/stable/2634636>
- Sayer Williams, Bruce., N. J. (2012). *Lean for dummies*. John Wiley & Sons.

<http://www.vlebooks.com/vleweb/product/openreader?id=none&isbn=9781118224465>

- Scholtes, P. R. (1988). *The team handbook : how to use teams to improve quality*. Joiner Associates.
- Sciences, L., & Sciences, L. (2015). Framework of Strategic Learning: The PDCA Cycle. *Management, 10*(2), 149–161.
- Shimbun, N. K. (1989). *Improving Product Quality by Preventing Defects*. Productivity Press.
- Shingo, S. (1986). *Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System*. Routledge.
- Sila, I. (2007). Examining the effects of contextual factors on TQM and performance through the lens of organizational theories: An empirical study. *Journal of Operations Management, 25*(1), 83–109. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.02.003>
- Silva, S. K. P. N. (2012). Applicability of Value Stream Mapping (VSM) in the Apparel industry in Sri Lanka. *International Journal of Lean Thinking, 3*(1), 36–56.
- Sohal, A. S., & Egglestone, A. (1994). Lean Production: Experience among Australian Organizations. *International Journal of Operations & Production Management, 14*(11), 35–51. <https://doi.org/10.1108/01443579410068639>
- Stone, K. B. (2012). Four decades of lean: a systematic literature review. *International Journal of Lean Six Sigma, 3*(2), 112–132. <https://doi.org/10.1108/20401461211243702>
- Townsend, B. (2012). *The Basics of Line Balancing and JIT Kitting*. Productivity Press.
- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics, 160*, 202–212. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.002>
- Warwood, S., & Knowles, G. (2004). An investigation into Japanese 5-S practice in UK industry. *The TQM Magazine, 16*, 347–353. <https://doi.org/10.1108/09544780410551287>
- White, G. P. (1996). A survey and taxonomy of strategy-related performance measures for manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management, 16*(3), 42–61. <https://doi.org/10.1108/01443579610110486>
- Williams, S. (2001). Increasing employees' creativity by training their managers.

-
- Industrial and Commercial Training*, 33(2), 63–68.
<https://doi.org/10.1108/00197850110385642>
- Wilson, L. (2009). *How To Implement Lean Manufacturing*. McGraw Hill Professional.
- Wolniak, R., Skotnicka-Zasadzień, B., & Gębalska-Kwiecień, A. (2018). Identification of bottlenecks and analysis of the state before applying lean management. *MATEC Web of Conferences*, 183. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818301001>
- Womack, J., & Jones, D. (1996). Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. In *Journal of the Operational Research Society* (Vol. 48).
<https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D., & Technology, M. I. of. (1991). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. HarperCollins.
<https://books.google.pt/books?id=Jz4zog27W7gC>
- Wyrwicka, M., & Mrugalska, B. (2015). *Barriers to Eliminating Waste in Production System*. <https://doi.org/10.32738/CEPPM.201509.0035>

APÊNDICE A – FLUXOGRAMA PROCESSO DE FABRICO

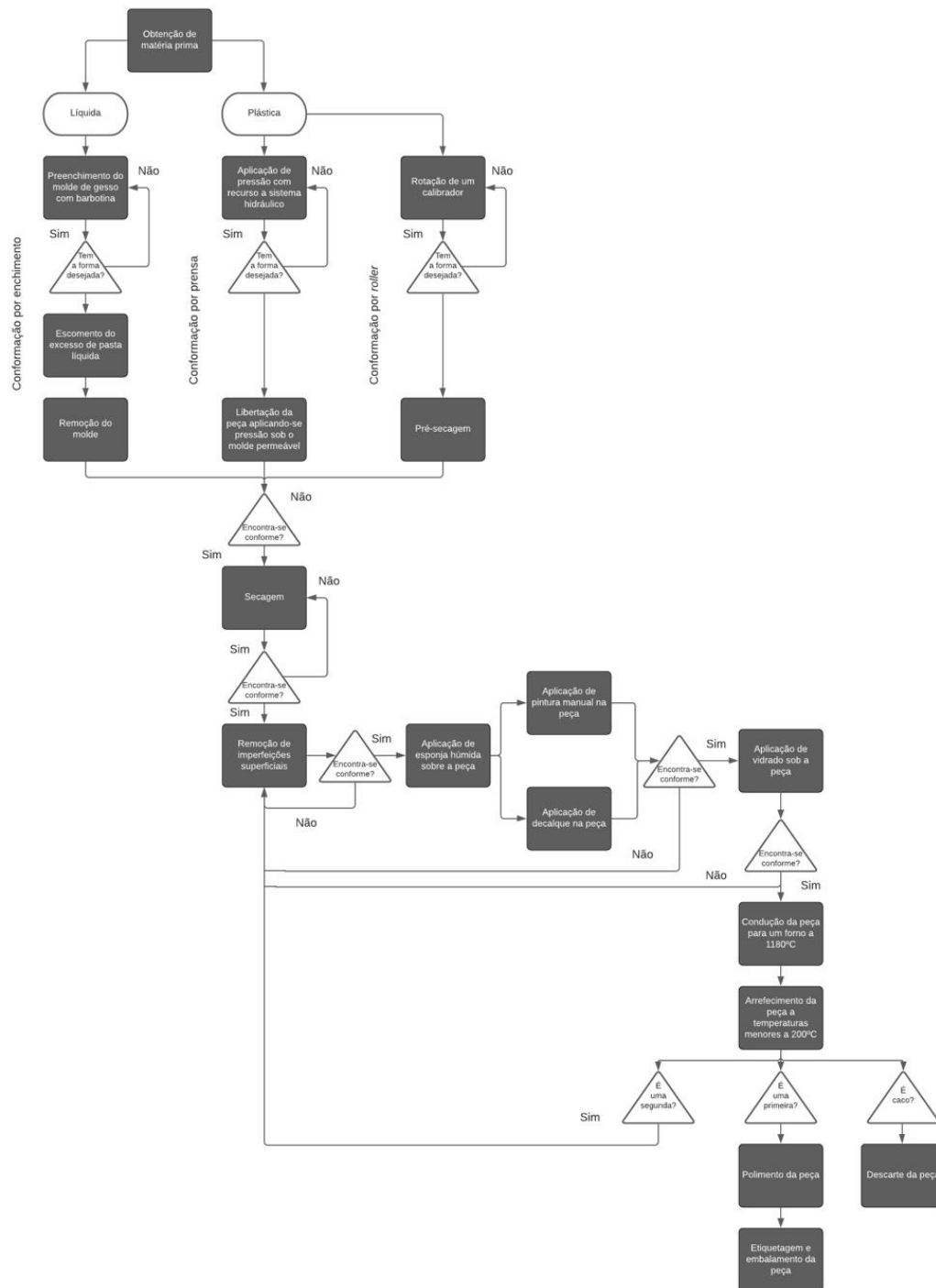


Figura 45 - Fluxograma do processo de fabrico materiais produzidos na Grestel - Produtos Cerâmicos S.A.

APÊNDICE B – FLUXOGRAMA SECÇÃO DE EMBALAMENTO

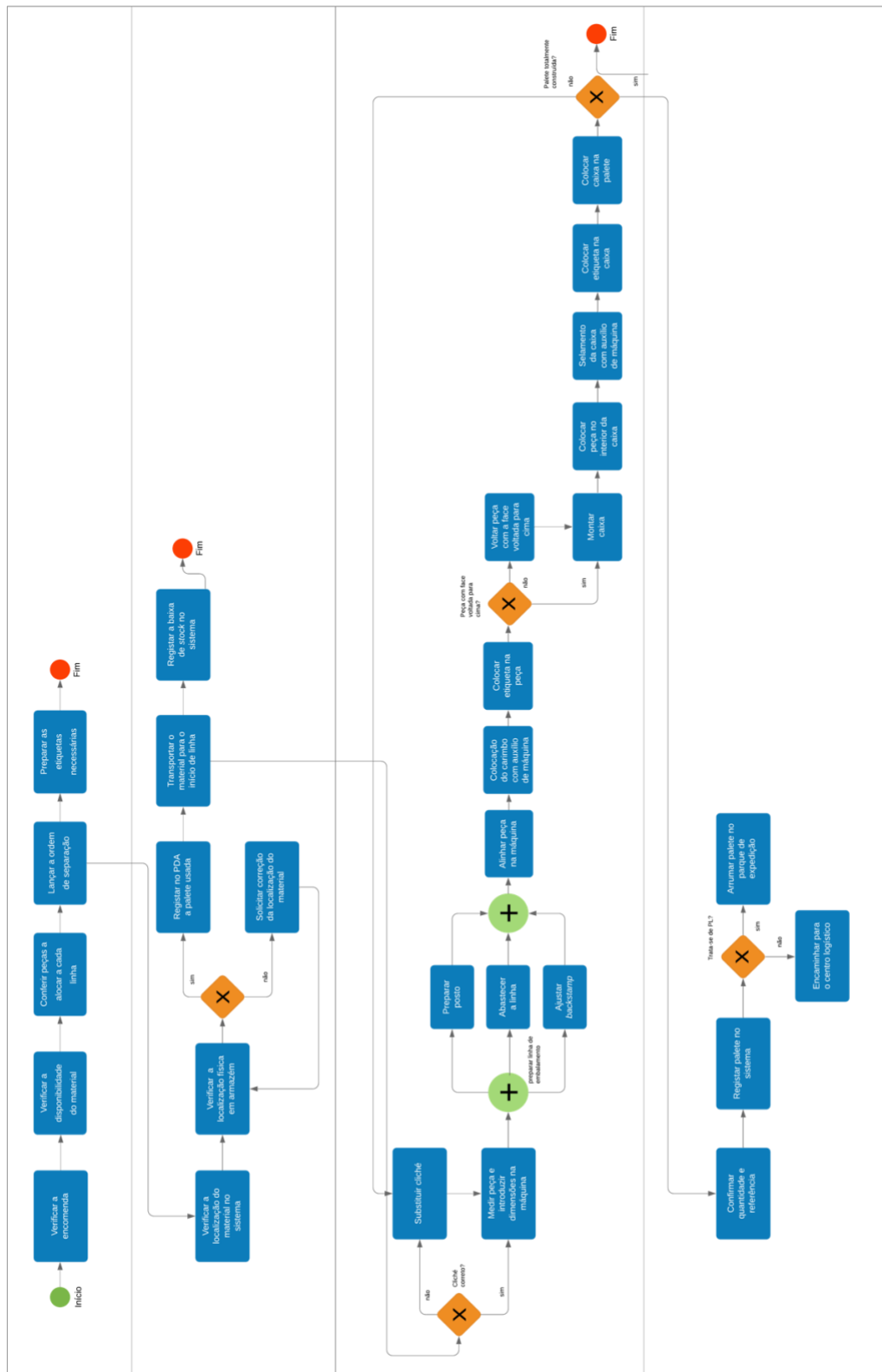


Figura 46 - Fluxograma processo de embalagem

APÊNDICE C – FLUXOGRAMA SECÇÃO DE COMPOSTOS

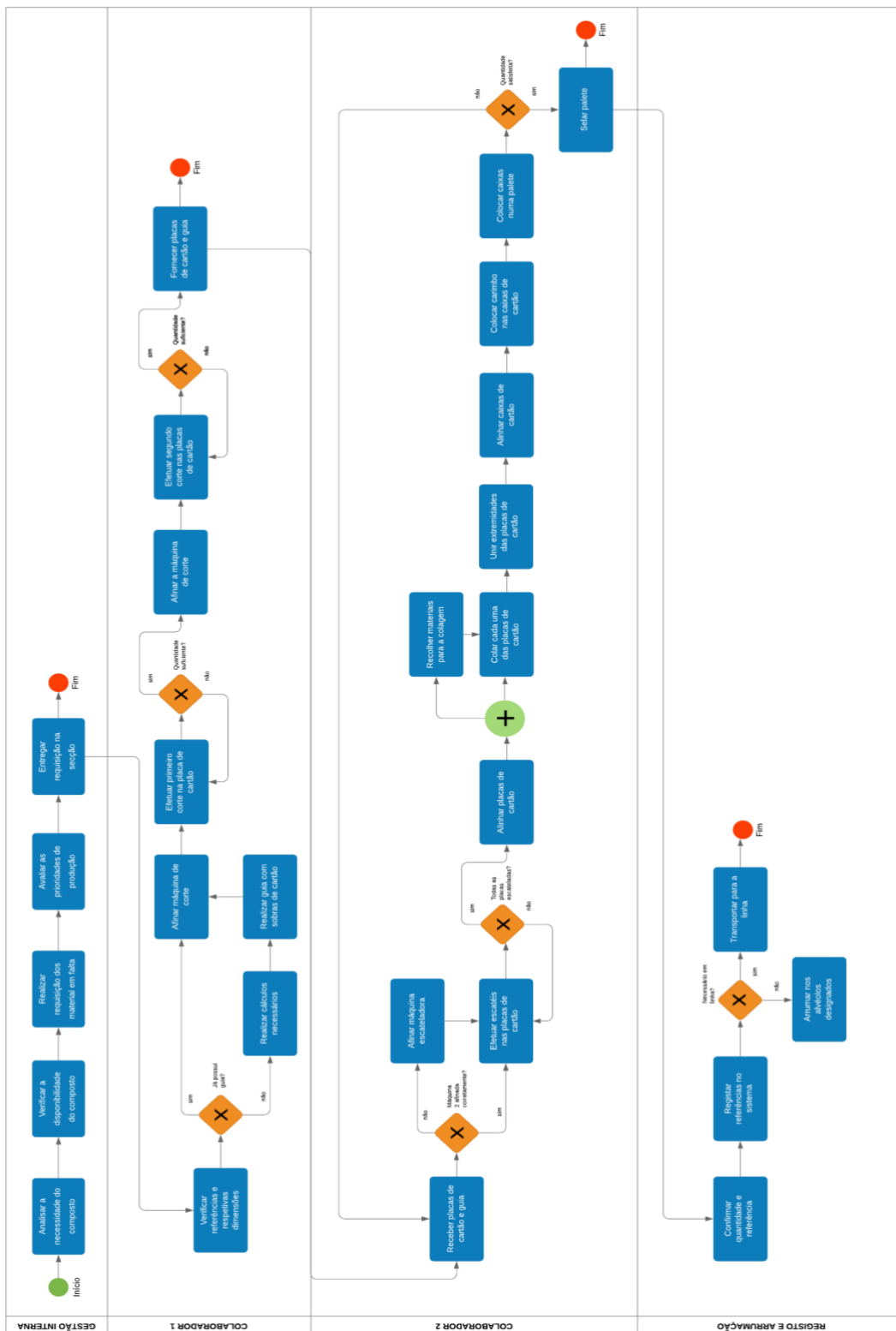


Figura 47 - Fluxograma processo de produção de compostos