



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**MANUEL EDUARDO
DOS SANTOS PREGO**

**PROPOSTA E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS
NO SETOR DA CONFORMAÇÃO DE PEÇAS
CERÂMICAS**



Universidade de Aveiro
Ano 2021

**MANUEL EDUARDO DOS SANTOS PREGO PROPOSTA E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS
NO SETOR DA CONFORMAÇÃO DE PEÇAS
CERÂMICAS**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor João Carlos de Oliveira Matias, Professor Catedrático do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família e amigos

o júri

presidente

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

Prof. Doutor Radu Godina
Professor Auxiliar Convidado da Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa

Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

À empresa Grestel – Produtos Cerâmicos pela confiança depositada, reconhecimento e pela oportunidade de realizar estágio. E a todos os restantes colaboradores.

Ao Eng.º Jorge Caneiro pela adaptação à empresa, acompanhamento, simpatia, amizade e pelas conversas de partilha de conhecimento. E além disso, agradecer pela disponibilidade ao longo do projeto, sempre acreditando nas minhas capacidades.

Ao meu orientador da Universidade de Aveiro, o Professor Doutor João Carlos de Oliveira Matias e ao *coorientador interno*, Professor Miguel Oliveira pela orientação no desenvolvimento deste projeto, simpatia e disponibilidade.

A todos os meus amigos, que durante este percurso académico sempre estiveram por perto, proporcionando momentos memoráveis ao longo destes cinco anos, que guardarei certamente para a minha vida.

À Filipa, por todo o apoio incondicional, paciência e motivação nos momentos mais difíceis.

Por fim agradeço à minha família, em especial aos meus pais, à minha irmã e ao meu avô, pelo apoio, disponibilidade e suporte nos momentos mais difíceis.

palavras-chave

BPM, Conformação por máquinas *Rollers*, 5S's, Gestão Visual, *Layout*

resumo

O presente projeto foi desenvolvido na secção da conformação na Grestel – Produtos Cerâmicos, S.A., tendo como principal objetivo a implementação de metodologias de melhoria contínua, mais precisamente, na redução de tempo de *setup* durante as mudanças de referência das máquinas *Rollers* através da implementação de ferramentas *Lean*, 5S's e gestão visual.

Deste modo, para atingir os objetivos propostos neste projeto foi executada uma análise à situação inicial, através do uso do BPM e BPMN, onde foi possível identificar e caracterizar os tipos de conformação existentes na empresa, escolhendo a conformação por *Rollers*. Este tipo de conformação é utilizado na produção de peças simétricas, através da colocação de pasta plástica no molde que posteriormente é esmagada pelo calibrador da Roller obtendo a forma que é pretendida.

De seguida, foram identificados e detalhados os processos produtivos e tarefas desempenhadas na secção escolhida, bem como os problemas associados e as suas principais causas. Após identificação das principais causas, surge a necessidade de reorganizar o *layout* das estantes dos acessórios na secção da conformação por *Rollers* e a reformulação do carro de afinação.

Para tal, foi fomentada uma proposta de melhoria, que tem como objetivo estudar o *layout* inicial e os seus problemas, com vista a classificar e organizar os acessórios que integram as estantes através da redução da utilização do espaço do chão de fábrica e das movimentações dos afinadores entre as estantes e máquinas.

Além disso, também foi identificado na análise inicial, a ineficiência e desorganização do carro de afinação. No sentido de eliminar ou reduzir este problema foram organizadas as ferramentas e parafusos, no entanto a solução implementada não é viável a longo prazo, pelo que são apresentadas propostas de melhoria à empresa.

As propostas sugeridas e apresentadas à empresa não chegaram a ser totalmente executadas, no entanto, foi possível analisar que a alteração do *layout* dos acessórios da conformação por *Rollers*, teve um impacto positivo, visto que foi de acordo com o previsto, conseguindo reduzir em 36% as deslocações efetuadas pelos afinadores. Enquanto a implementação dos 5S's no carro de afinação teve um impacto significativo, reduzindo 70% o tempo de procura de um conjunto de seis parafusos.

keywords

BPM, Rollers Machine Conformation, 5S's, Visual Management, *Layout*

abstract

The present project was developed in the conformation section of Grestel - Produtos Cerâmicos, S.A., having as main objective the implementation of continuous improvement methodologies, more precisely, in the reduction of setup time during the reference changes of the Rollers machines through the implementation of Lean tools, 5S's and visual management.

In this way, to achieve the objectives proposed in this project, an analysis of the initial situation was carried out, using BPM and BPMN, where it was possible to identify and characterise the types of conformation existing in the company, choosing conformation by Rollers. This type of conformation is used in the production of symmetrical parts, by placing plastic paste in the mold, which is then crushed by the Roller calibrator, obtaining the desired shape.

Then, the production processes and tasks performed in the chosen section were identified and detailed, as well as the associated problems and their main causes. After identifying the main causes, the need arises to reorganize the layout of the accessories racks in the conformation section by Rollers and the reformulation of the tuning cart.

To this end, an improvement proposal was fostered, which aims to study the initial *layout* and its problems, to classify and organise the accessories that integrate the racks by reducing the use of space on the shop floor and the movements of the tuners between the racks and machines.

Moreover, it was also identified in the initial analysis, the inefficiency and disorganization of the tuning cart. In order to eliminate or reduce this problem the tools and screws were organised, however the implemented solution is not viable in the long term, so improvement proposals are presented to the company.

The proposals suggested and presented to the company were not fully implemented, however, it was possible to analyse that the alteration of the *layout* of the rollers for conformation accessories had a positive impact, since it was in accordance with what was foreseen, managing to reduce in 36% the displacements made by the tuners. While the implementation of the 5S's in the tuning cart had a significant impact, reducing 70% the search time for a set of six screws.

Índice

Índice de Figuras.....	iii
Índice de Tabelas.....	vii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	ix
1. Introdução.....	1
1.1 Motivação e contextualização do trabalho	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia.....	2
1.4 Estrutura do Documento	3
2. Enquadramento Teórico.....	5
2.1 Gestão de Processos.....	5
2.1.1 <i>Business Process Management</i> (BPM).....	5
2.1.1.1 Ciclo de vida do BPM.....	6
2.1.2 <i>Business Process Model and Notation</i> (BPMN).....	8
2.2 <i>Toyota Production Systems</i> (TPS)	10
2.3. Pensamento <i>Lean</i>	12
2.3.1 Princípios <i>Lean</i>	12
2.3.2 Desperdícios <i>Lean</i>	13
2.4. Ferramentas <i>Lean</i>	14
2.4.1 Standard Work	14
2.4.2 Gestão Visual.....	15
2.4.3 5S's	16
2.4.4 <i>Kanban's</i>	17
2.4.5 <i>Diagrama de Spaghetti</i>	17
2.5 BPM e <i>Lean Manufacturing</i>	17
2.5.1 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	17
3. Apresentação da Empresa.....	19
3.1 GRETEL - Produtos Cerâmicos, S.A.....	19
3.1.1 A Empresa	19
3.1.2 Produtos	21
3.1.3 Estrutura Organizacional	22
3.1.4 Matéria-Prima	22
3.1.5 Processo Produtivo.....	23
3.2 Conformação.....	25
3.2.1 Processo de Conformação	25

3.2.2 Referências Produzidas na Conformação	25
4. Análise da Situação Inicial	27
4.1. Identificação dos Processos	27
4.2. Descoberta dos Processos	28
4.2.1 Descrição do processo das <i>Rollers</i>	30
4.2.1.1 Conformação externa	30
4.2.1.2 Conformação interna	31
4.2.2.1 Mudança de Referência	32
4.3 Análise dos Processos	34
4.3.1 Diagrama de <i>Ishikawa</i> : Variabilidade nos Processos Produtivos	34
4.3.2 Diagrama de <i>Ishikawa</i> : Ineficiência nas Mudanças de Referência	35
5. Apresentação e Implementação de Propostas de Melhoria	37
5.1 Proposta de alteração do <i>layout</i> das estantes dos acessórios da conformação por <i>Rollers</i>	37
5.1.1 Recolha de informação e análise dos acessórios que estão no terreno	37
5.1.2 <i>Layout</i> inicial das estantes dos acessórios das <i>Rollers</i>	40
5.1.4 Proposta do novo <i>layout</i> para as estantes dos acessórios das <i>Rollers</i>	43
5.1.5 Controlo do stock dos acessórios	49
5.1.5 Melhoria esperada	52
5.1.6 Implementação da proposta	55
5.2 Proposta de melhoria do carro de afinação	58
5.2.1 Recolha de informação e análise das ferramentas e parafusos	59
5.2.2 Classificação e organização dos parafusos e ferramentas	62
5.2.3. Apresentação de Propostas de Melhoria	64
5.2.3.1 Melhoria do Carro de Afinação	64
5.2.3.2 Criação de um <i>kit</i> de ferramentas	67
6. Conclusão	69
6.1 Considerações finais	69
6.2 Trabalho futuro	70
Referências Bibliográficas	71
Anexos	76

Índice de Figuras

Figura 1- Ciclo de Vida BPM (Adaptado de Dumas et al., 2018)	6
Figura 2 - Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004).....	11
Figura 3 – 8 Desperdícios Lean (adaptado de (OS 8 DESPERDÍCIOS LEAN MANUFACTURING, n.d.))	14
Figura 4 - Exemplo de um digrama de Ishikawa (adaptado de (Diagrama de Ishikawa – Causa e Efeito (Espinha de Peixe) Universo Projeto, n.d.))	18
Figura 5 - Vista aérea da GRESTEL - Produtos Cerâmicos, S.A.	20
Figura 6 - Exportação da GRESTEL - Produtos Cerâmicos, S.A.	20
Figura 7 – Coleção Costa Nova	21
Figura 8 – Coleção CASAFINA	21
Figura 9 - Organigrama da GRESTEL - Produtos Cerâmicos, S.A.	22
Figura 10 – Esquema do processo produtivo da Grestel - Produtos Cerâmicos, S.A.	24
Figura 11 - Fichas técnicas da Conformação.....	26
Figura 12 – Capas com as fichas técnicas da conformação	26
Figura 13 - Estantes dos acessórios.....	26
Figura 14 – Produtividade em Ton dos processos de conformação no ano 2020	27
Figura 15 - Total de peso de peças boas VS Total de peso peças rejeitas (2020)	28
Figura 16 - Classificação dos processos da secção da conformação	29
Figura 17 – Roller de conformação externa (pratos)	30
Figura 18 – Roller de conformação interna com robot (saladeiras)	30
Figura 19 – Roller de conformação interna (canecas)	30
Figura 20 - Calibrador	33
Figura 21 – Painela	33
Figura 22 - Adaptador	33
Figura 23 - Diagrama de Ishikawa: Variabilidade nos processos produtivos	35
Figura 24 - Diagrama de Ishikawa: Mudanças de referência ineficientes.....	36

Figura 25 - Relação entre a quantidade de calibradores utilizados, não utilizados e sem referência entre 2018 e 2020.....	39
Figura 26 – Layout inicial das estantes dos acessórios da secção da conformação por Rollers	40
Figura 27 – Estado inicial da estante 1	41
Figura 28 – Estado inicial da estante 1 e 2.....	41
Figura 29 – Estado inicial da estante 3	41
Figura 30 – Pedido de retificação de um calibrador	41
Figura 31 – Estado inicial da estante 4	42
Figura 32 – Estado inicial da estante 5	42
Figura 33 - Estado inicial das estantes 6,7,8 e 9	42
Figura 34 – Desenho do novo layout da estante 1 do lado direito	44
Figura 35 – Desenho do novo layout da estante 1 do lado esquerdo.....	45
Figura 36 – Desenho do novo layout da estante 2 do lado direito	45
Figura 37 – Desenho do novo layout da estante 2 do lado esquerdo.....	46
Figura 38 – Desenho do novo layout da estante 3 do lado direito	46
Figura 39 – Desenho do novo layout da estante 3 do lado esquerdo.....	46
Figura 40– Desenho do novo layout da estante 4 do lado direito	47
Figura 41– Desenho do novo layout da estante 4 do lado esquerdo	47
Figura 42 – Desenho do novo layout para a estante de Amostras e Retificação do lado direito.....	47
Figura 43 – Desenho do novo layout para a estante de Amostras e Retificação do lado direito.....	48
Figura 44 - Proposta do novo layout das estantes dos acessórios da secção da conformação por Rollers	48
Figura 45 – Quadro A2 representativo para controlo dos calibradores de amostras	50
Figura 46 – Kanban de produção de amostras	50
Figura 47 – Quadro representativo para controlo de acessórios para retificação.....	51
Figura 48 – Kanban de pedido de retificação	51
Figura 49 – Diagrama de Spaghetti do layout inicial pelo percurso mais longo	53
Figura 50 – Diagrama de Spaghetti do layout proposto pelo percurso mais longo	53
Figura 51 – Diagrama de Spaghetti do layout inicial pelo percurso mais curto	54
Figura 52 – Diagrama de Spaghetti do layout inicial pelo percurso mais curto	55
Figura 53 – Marcação e identificação dos calibradores.....	56

Figura 54 – Folhas para consulta da posição dos calibradores nas estantes	56
Figura 55 – Estante 1 do lado direito.....	57
Figura 56 – Estante 1 do lado esquerdo	57
Figura 57 – Estante 2 do lado esquerdo	57
Figura 58 – Estado inicial do carro de afinação	58
Figura 59 – Ferramentas alojadas no carro de afinação.....	59
Figura 60 – Classificação inicial dos parafusos identificados	61
Figura 61 – Classificação e diminuição da variabilidade dos parafusos inicialmente identificados	62
Figura 62 – Quadro executado em conjunto com os afinadores durante a classificação dos parafusos	63
Figura 63 - Caixa pequena com divisórias	63
Figura 64 - Organização e colocação das caixas dos parafusos no carro de afinação.....	63
Figura 65 – Arrumação das ferramentas na caixa de ferramentas do carro de afinação	64
Figura 66 – Carro de ferramentas “Mannesmann green line com 321 peças”	66
Figura 67 – Estojo dobrável de pano para arrumação de ferramentas	67

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Elementos Gráficos BPMN (Adaptado de Kluza et al., 2017)	10
Tabela 2 - Repartição das tarefas por nível de importância (adaptado de Liker & Meier, 2007)	15
Tabela 3 - Comparação entre a pasta de Grés e de Porcelana	22
Tabela 4 - Número e quantidade (Kg) de referências produzidas por tipologia	37
Tabela 5 - Quantidade de acessórios por tipologia	38
Tabela 6 - Comparação entre a quantidade de calibradores que produziram entre 2018 e 2020 com os alojados nas estantes	38
Tabela 7 – Comparação entre a quantidade de calibradores alojados nas estantes que produziram, não produziram e sem referência por tipo de calibrador.....	39
Tabela 8 - Percentagem de produtividade dos calibradores não identificados nas estantes	39
Tabela 9 – Lista das ferramentas existentes no carro de afinação e função que cada uma desempenha	60
Tabela 10 – Lista dos parafusos identificados	61
Tabela 11 – Lista dos parafusos selecionados	63
Tabela 12 – Apresentação de duas hipóteses para alteração do atual carro de afinação	65

Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

BPM - *Business Process Management*

BPMN - *Business Process Model and Notation*

OMG - *Object Management Group*

5S's - *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

TON – Toneladas

TPS – *Toyota Production Systems*

R&D - *Research and Development*

1. Introdução

Este capítulo tem como objetivo o enquadramento do presente trabalho desenvolvido na Grestel – Produtos Cerâmicos, S.A. Além disso, são descritas as principais motivações, os objetivos do projeto e a metodologia a utilizar. Por fim, é apresentada a estrutura do relatório.

1.1 Motivação e contextualização do trabalho

Atualmente, o mercado mundial apresenta-se muito competitivo, forçando as empresas a estarem preparadas para eventuais flutuações de procura e oferta, na entrega de valor ao cliente e na capacidade de resposta. Desta forma, as organizações necessitam de apostar no desenvolvimento, inovação e qualidade, aprimorando os seus processos produtivos, reduzindo custos, aumentando a produtividade e a eficiência (Abouzid & Saidi, 2019).

O desenvolvimento de um negócio de sucesso depende do grau de vantagem competitiva que a empresa apresenta no mercado (Ehmke, 2008). Quanto maior for essa vantagem maior será a sobrevivência da organização em relação aos seus concorrentes, obtendo uma maior fidelização por parte dos clientes. Deste modo, o *Lean* tem vindo a ser usado pelas empresas na procura de vantagem competitiva. A aplicação desta metodologia fornece capacidade à organização na identificação e na eliminação sistemática dos desperdícios, focando-se apenas nos processos que realmente acrescentam valor para o cliente (Zhou, 2016). As empresas devem apenas produzir o produto que o cliente pretende, na quantidade que deseja, ao preço que está disposto a pagar com a qualidade expectável. Para atingir estes objetivos é essencial que a implementação do *Lean* seja devidamente planeada, bem como o uso apropriado das ferramentas e técnicas. O envolvimento da gestão de topo e a vontade de todos os colaboradores para a mudança de cultura organizacional são fatores importantes para o sucesso da implementação (Jadhav et al., 2014).

O relatório apresentado foi desenvolvido durante o estágio curricular do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro, na empresa GRESTEL – Produtos Cerâmicos, S.A., mais precisamente no Departamento da Melhoria Contínua. A GRESTEL dedica-se à produção de peças em grés fino, especificamente artigos de mesa, forno e acessórios decorativos. Atualmente a empresa produz uma vasta coleção de produtos com detalhes muito particulares, o que faz com que se destaque da restante concorrência, chegando a produzir inúmeros produtos totalmente diferentes todos os dias. A maior parte destas peças de grés fino contêm acabamentos e decorações muito específicas, sendo apenas trabalhadas à mão.

Perante este paradigma, só é possível garantir o nível de qualidade das peças, com o mínimo de desperdício e no tempo de encomenda previsto, através da criação de equipas multidisciplinares e rotinas com os seus postos de trabalho padronizados com um conjunto de regras e procedimentos operacionais formalizados. Por sua vez, surge a necessidade de adotar a metodologia do ciclo de vida do BPM numa fase inicial de identificação e análise dos processos. Enquanto que numa fase de implementação são utilizadas ferramentas *Lean* com o objetivo de eliminar os desperdícios, a variação e a inconsistência nas tarefas do dia-a-dia.

1.2 Objetivos

Este projeto tem como principal objetivo a modelação e análise dos processos de conformação por *Rollers*, bem como a implementação de ferramentas *Lean*, de modo a agilizar esta secção tornando-a mais eficiente e organizada. O foco deste projeto passa pela melhoria do *Layout* e das tarefas de mudança de referência da secção da conformação, para tal é necessário inicialmente organizar e identificar os seus espaços de trabalho bem como os seus intervenientes. Deste modo, são identificados e referenciados os acessórios das máquinas da conformação, implementado os 5S's nas estantes onde estes estão arrumados. Por fim, são desenvolvidas algumas propostas para o desenvolvimento de um carro de afinação e criação de um kit individual de ferramentas.

De forma sucinta, neste projeto pretende-se atingir os seguintes objetivos:

- Modelar os processos e tarefas realizadas na conformação através do uso do BPMN 2.0;
- Análise dos problemas nos processos e tarefas na secção da conformação por *Rollers*, bem como identificação das suas causas raiz;
- Identificação dos acessórios das máquinas das *Rollers* e atribuição de referências;
- Desenvolvimento de uma proposta para reformulação do *layout* das estantes dos acessórios da conformação;
- Implementação dos 5S's nas estantes dos acessórios da conformação por *Rollers*;
- Análise e organização das ferramentas e parafusos do carro de afinação;
- Desenvolvimento de protótipos para reestruturação do carro de afinação;
- Diminuição do tempo de *Setup* na secção da conformação por *Rollers*;

1.3 Metodologia

Para a realização deste projeto, a metodologia utilizada foi o ciclo de vida do BPM. Segundo (Dumas et al., 2018), é caracterizado como um ciclo sequencial de atividades integradas entre si com o objetivo de otimizar os processos e, assim, criar valor acrescentado ao cliente. O autor, apresenta seis etapas do ciclo de vida do BPM: Identificação do processo, Descoberta, Análise, Redesenho, Implementação e por fim Monitorização e Controlo (Figura 1, secção 2.1.1.1).

Inicialmente, identificou-se todos os tipos de conformação escolhendo apenas aquele que é mais crítico, através da produtividade e desperdício que cada um apresenta. De seguida, na fase de descoberta dos processos foram usadas técnicas de recolha de informação, através da observação dos processos e perguntas aos operadores, durante o funcionamento normal das máquinas e nos períodos de *setup*.

Após identificação dos processos foi possível modelar no BPMN 2.0 os modelos *as-is*, representando de forma detalhada os processos de conformação inicialmente escolhido. Com os processos modelados, procede-se a fase da análise, esta fase foi importante uma vez que permitiu perceber o funcionamento de todo o fluxo produtivo e como os diferentes intervenientes (supervisores, afinadores e operadores) interagem no processo. Deste modo, é preciso inicialmente identificar as atividades que cada um realiza percebendo quais as que acrescentam valor das que são

apenas desperdício. Para tal foi realizado um Diagrama de *Ishikawa* registrando as principais causas dessas atividades. Na fase de redesenho, são propostas soluções de forma a eliminar as atividades que representam desperdício.

Em paralelo com o ciclo de vida do BPM, também foram usadas algumas ferramentas *Lean*, como é o caso dos 5's, gestão visual e diagrama de *spaghetti*. Estas ferramentas foram essenciais, para análise e elaboração das propostas apresentadas á empresa. A primeira referente, à reestruturação das estantes dos acessórios da conformação, tornando o local mais eficiente, diminuído tempo e espaço. E a segunda, diz respeito à organização e desenvolvimento de um carro de afinação.

1.4 Estrutura do Documento

O presente relatório encontra-se subdividido em cinco capítulos e cada um está dividido em subcapítulos:

- **Capítulo 1** – Este capítulo inicia com uma breve introdução, onde é feita uma contextualização do trabalho, a definição dos objetivos, a metodologia adotada e a estrutura do documento;
- **Capítulo 2** – São abordados alguns conceitos teóricos, mais precisamente: a Gestão de Processos, BPM, BPMN, *Toyota Production System* (TPS), a filosofia *Lean* e algumas das suas ferramentas;
- **Capítulo 3** – É apresentada a empresa, os processos de conformação existentes e a quantidade e o tipo de referências que a empresa produz;
- **Capítulo 4** – É realizada uma análise à situação inicial, onde são identificados e escolhidos os processos mais críticos, procedendo à construção e descrição dos seus modelos *as-is*. Por fim, são analisados com maior detalhe esses modelos, pela construção do diagrama de *ishikawa*, acabando por identificar as causas raiz de cada problema identificado;
- **Capítulo 5** – São Apresentadas e implementadas as propostas que foram elaboradas. A primeira referente à alteração do *layout* dos acessórios da conformação por *Rollers*. E a segunda com respeito à organização e desenvolvimento de um carro de afinação;
- **Capítulo 6** – São descritas as conclusões, bem como algumas limitações ao longo do projeto e propostas a executar no futuro.

2. Enquadramento Teórico

Este capítulo apresentado está dividido em cinco tópicos principais e tem como objetivo expor a revisão literária sobre os conceitos relacionados com o projeto executado. No primeiro tópico é apresentada a definição de gestão de processos, metodologia e linguagem de modelação. Em segundo lugar, é apresentado o surgimento e história do *Toyota Production System*. Em terceiro lugar, é exposta a filosofia do Pensamento *Lean*, os seus princípios e os desperdícios *Lean*. Em quarto lugar, são abordadas as ferramentas da metodologia *Lean*. Por último, é apresentada a influencia do BPM e do *Lean* utilizados em conjunto.

2.1 Gestão de Processos

Atualmente vivemos num mundo de constante mudança e de enorme competitividade, colocando as empresas em complicados desafios na adaptação a novas condições. Como resposta a este problema, as organizações precisam de reagir de forma mais rápida em relação aos seus concorrentes, como por exemplo, na criação de produtos inovadores ou até produtos mais sustentáveis. Só desta forma é que é possível garantir a vantagem competitiva (Singh, 2012).

Todas as organizações são constituídas por processos de negócio que são realizados diariamente com o objetivo de criar valor acrescentado ao cliente. Segundo Al-Mudimigh (2007), um processo de negócio é um conjunto de atividades sequenciais e estruturadas, que tem como objetivo criar valor acrescentado ao cliente através da criação de um determinado bem ou serviço, como por exemplo, atendimento ao público ou até transformação de uma peça, ou seja, são todas as atividades feitas pela organização desde o primeiro contacto com o cliente até à obtenção de um *output*.

Posto isto, é importante numa organização que os seus processos de negócio sejam bem definidos, organizados e uniformizados constituindo apenas as atividades que acrescentam valor ao cliente. Para tal, é preciso mapear e analisar todas as tarefas realizadas pela empresa de forma a melhorar os processos produtivos (Chang, 2005). Só deste modo é que as empresas conseguem alcançar vantagem competitiva tornando os seus processos mais flexíveis, eficientes, com maior qualidade e com menores custos.

2.1.1 Business Process Management (BPM)

O BPM – *Business Process Management* – ou, em português - Gestão de Processos de Negócios, é usado pelas empresas no sentido de alcançar vantagem competitiva através da melhoria dos processos de negócio, uma vez que esta ferramenta facilita o fluxo de informação, cria valor direcionado ao cliente e permite alcançar melhores resultados estratégicos, interligando todos os departamentos (Arromba et al., 2019).

O BPM é um modelo de gestão focado nos processos de negócio de uma organização permitindo às empresas a análise, execução e gestão dos seus processos com o objetivo de otimizá-los, eliminando o que não acrescenta valor (Houy et al., 2010). Vom Brocke et al., (2014) apresentam dez princípios de boas práticas que as empresas devem considerar na gestão de processos de negócio.

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

1. **Consciência do contexto:** O BPM deve ser ajustado às características e recursos de cada empresa, adequando-o consoante o que a empresa apresenta a nível tecnológico e produtivo e o que pretende atingir;
2. **Continuidade:** É importante inculcar na organização uma cultura e mentalidade de importância do BPM, praticando boas práticas transformando os processos sustentáveis;
3. **Capacidade:** Desenvolvimento de capacidades de BPM quer a níveis individuais como a níveis organizacionais;
4. **Holismo:** BPM requer um desenvolvimento e entendimento holístico por parte de toda a organização;
5. **Institucionalização:** Integração do BPM na estrutura organizacional, atribuindo funções e responsabilidades a todos de forma equilibrada;
6. **Envolvimento:** Envolvimento e comprometimento de todos os funcionários. O envolvimento promove motivação e por sua vez aumento de produtividade;
7. **Compreensão conjunta:** As organizações devem criar uma forma de comunicar entre as partes interessadas, podendo recorrer a processos de modelagem ou até outros métodos mais simples de entendimento;
8. **Propósito:** BPM deve ter um propósito específico que é criar valor através da mudança organizacional;
9. **Simplicidade:** O BPM deve apenas focar em soluções simples de forma a tornar os processos mais eficientes e eficazes, investindo o mínimo possível;
10. **Tecnologia apropriada:** O BPM deve ser utilizado a par da tecnologia de informação (TI), uma vez que a TI com o BPM pode trazer melhores resultados na obtenção de valor.

2.1.1.1 Ciclo de vida do BPM

Dumas et al. (2018) apresenta as seis fases do ciclo de vida do BPM: Identificação, Descoberta, Análise, Redesenho, Implementação e Controlo (Figura 1). Estas etapas serviram de metodologia para a realização do presente projeto.

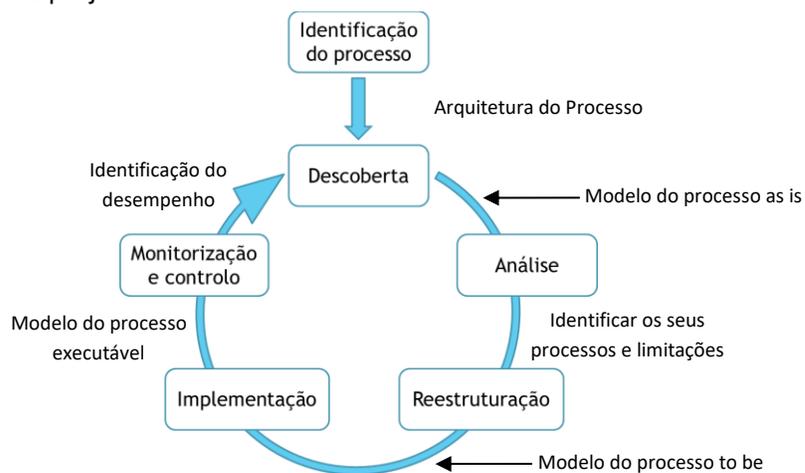


Figura 1- Ciclo de Vida BPM (Adaptado de Dumas et al., 2018)

1. Identificação do Processo

Nesta fase pretende-se identificar os processos da organização, recolhendo informações relevantes, quais os seus atores e as funções de cada um. Como resultado desta fase pretende-se representar os processos e as relações existentes. Por fim, será possível distinguir os processos, sabendo quais são as prioridades e que os precisam de melhorias (Dumas et al., 2018).

2. Descoberta do Processo

Após identificação do processo, o próximo passo é conhecer os seus detalhes na fase da descoberta. Esta fase requer uma recolha e organização de informações críticas sobre o processo, podendo ser feita por três técnicas: baseadas em evidências, em entrevistas e em *workshops* (Dumas et al., 2018).

- Baseada em evidências – Podem ser através da análise documental, observação e descoberta automática. A análise documental baseia-se na informação através da documentação disponibilizada sobre o processo. A observação pretende verificar as tarefas do processo escolhido quer a nível ativo, ou seja, desempenhando uma função ou passivo apenas como observador, fornecendo ao analista diferentes perspetivas de conhecimento do processo. A descoberta automática parte da descoberta do processo através da utilização de dados armazenados num sistema onde foram registados durante a execução dos processos (Dumas et al., 2018).
- Entrevistas – realização de entrevistas aos intervenientes do processo sobre o funcionamento e execução do processo. Dumas et al. (2018) identifica dois tipos de estratégias para realização de uma entrevista: a partir do fim do processo até ao início ou o inverso, a começar a partir do início do processo. As entrevistas devem ser feitas de maneira interativa e o analista deve realizar rascunhos de forma a serem discutidos constantemente com o especialista do processo até este aprovar;
- Workshops – Exige a participação de vários intervenientes e não apenas os participantes do processo, nas primeiras sessões deve-se recorrer à construção de um mapa de atividades do processo com *post-its*. Esta técnica deve ser interativa permitindo a todos os participantes darem o seu contributo, discutindo problemas e eventuais soluções (Dumas et al., 2018).

A modelagem e mapeamento do modelo *as-is* é o resultado final desta etapa, documentando todos os detalhes do processo de forma clara e de fácil comunicação entre as partes interessadas no BPM (Dumas et al., 2018).

3. Análise do Processo

Esta etapa tem como objetivo identificar e analisar os problemas no modelo do processo *as-is*, arranjando formas de eliminar ou minimizar. Dumas et al. (2018) identifica duas vertentes de análise: qualitativa e quantitativa.

A análise qualitativa traduz-se na identificação dos desperdícios através da análise das atividades que trazem valor acrescentado e eliminação daquelas que não acrescentam valor. Ao identificar os problemas é necessário perceber as causa raiz de cada um, para tal, é usado o diagrama de *Ishikawa* e os 5 porquês (Dumas et al., 2018).

A análise quantitativa oferece uma visão sistemática do processo em análise e concentra-se em três técnicas: análise de fluxo, análise de filas de espera e simulação. A análise de fluxo é um conjunto de técnicas que permitem estimar o desempenho global dos processos e o desempenho de cada tarefa que os integram, como por exemplo, calcular o tempo médio de ciclo do processo e de cada tarefa. As análises das filas de espera são importantes na medida de perceber o tempo de espera e o comportamento de cada caso individual em fila de espera. A simulação tem como objetivo utilizar um simulador para gerar hipóteses de um processo, como por exemplo, a obtenção de tempos de ciclo, tempos de espera e a disponibilidade dos recursos (Dumas et al., 2018).

4. Reestruturação do Processo

Após análise do processo e compreensão dos problemas identificados espera-se obter um redesenho do processo com as soluções propostas de forma a eliminar ou diminuir os problemas. Assim sendo, é apresentado um modelo *to-be* com a inclusão das novas melhorias (Dumas et al., 2018).

5. Implementação

A fase de implementação tem como objetivo aplicar o modelo *to-be* em execução. O processo de implementação deve incluir a mudança organizacional, como por exemplo, a inserção de novas tarefas ou métodos de trabalho a todos os intervenientes que participam no processo. Também se deve dar especial atenção à automação de processos, envolvendo a implementação de sistemas TI que suportam o processo *to-be* (Dumas et al., 2018).

6. Monitorização e Controlo

Por fim, a fase de monitorização e controlo pretende recolher dados relevantes e posterior análise do processo *to-be* que já se encontra em execução. Deste modo, podem ser encontrados eventuais gargalos, desvios em relação a procedimentos ou regras definidas, propondo melhorias corretivas, acabando por se fazer alguns ajustes. Em alguns casos, pode surgir a necessidade de repetir todo o Ciclo de Vida do BPM (Dumas et al., 2018).

2.1.2 Business Process Model and Notation (BPMN)

O BPMN tem como objetivo facilitar a compreensão dos processos de negócio através de métodos gráficos que permitem uma rápida visualização e compreensão. Também fornece uma notação de fácil entendimento por todos os usuários de negócio, “desde os analistas de negócios que esboçam os rascunhos iniciais dos processos até os desenvolvedores técnicos responsáveis por realmente implementá-los e, finalmente, à equipa de negócios que implementa e monitoriza esses processos” (Chinosi & Trombetta, 2012). Esta notação foi criada para interligar uma grande variedade

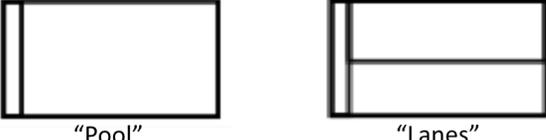
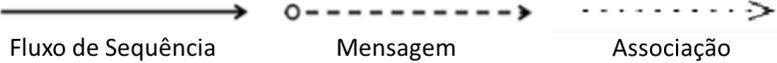
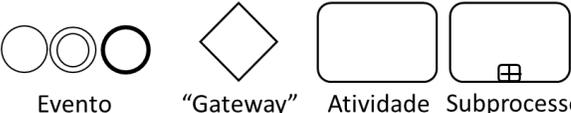
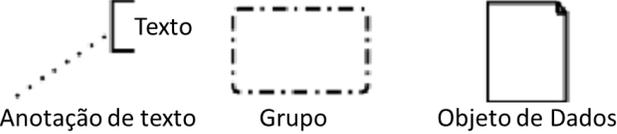
de informação com os diferentes públicos, como por exemplo, entre os colaboradores ou entre departamentos de uma organização, com o intuito de criar uma ponte padronizada para a lacuna entre a conceção do processo empresarial e a implementação do processo (White, 2004).

Atualmente o BPMN 2.0 é a versão mais recente do BPMN, tendo sido publicada em janeiro de 2011 pela OMG (2011). É a linguagem gráfica mais utilizada pelos especialistas para modelar um processo, caracterizando-se pela facilidade de uso e compreensão, permitindo suporte à execução dos processos aliando a organização com as tecnologias de informação (Geiger et al., 2018). Segundo a OMG (2011), os elementos base do BPMN estão agrupados em cinco categorias sendo elas: Objetos de Fluxos, Dados, Objetos de Ligação, *Swimlanes* e Artefactos.

- **Objetos de fluxos** – Estão divididos em três grupos: eventos, atividades e decisão. Os eventos representam acontecimentos instantâneos que decorrem durante o processo de negócio. Podem ser eventos iniciais, finais ou até intermédios. As atividades representam ações/tarefas a ser executadas pelos intervenientes do processo. Também podem ser decompostas em subprocessos, facilitando a leitura do diagrama. A decisão pode ser exclusiva, de processamento paralelo ou inclusiva. A exclusiva é usada quando existem várias alternativas e só é executada uma assim que se verifique a condição. O processamento paralelo é usado quando temos várias atividades em paralelas ao mesmo tempo de execução. Por último, a decisão inclusiva ocorre quando existem várias alternativas podendo executar mais que uma.
- **Dados** – Fornecem informações necessárias para a execução das atividades, podendo armazenar ou consultar dados a longo da realização das tarefas. Podendo ser dados de entrada, dados de saída e armazenamento de dados.
- **Objetos de Ligação** – São representados por três grupos: fluxos de sequência, fluxos de mensagem e associação. Os fluxos de sequência mostram a ordem que as atividades são executadas. Os fluxos de mensagem representam o fluxo de comunicação entre dois intervenientes, ou seja, entre *pools*. A associação é usada para demonstrar a ligação entre as atividades e artefactos.
- ***Swimlanes*** – São usados para distinguir as funções de cada interveniente do processo sendo compostas no seu interior por atividades ordenadas consoante a sua execução. As entidades do processo independentes são representadas por *pools* e as repartições por *lanes* que representam os participantes individuais da *pool*.
- **Artefactos** – Fornecem informação adicionais sobre as atividades do processo, ajudando na sua compreensão. Existem dois tipos de artefactos: anotações de texto e o grupo.

Na Tabela 1 estão apresentados graficamente os elementos referenciados anteriormente.

Tabela 1 - Elementos Gráficos BPMN (Adaptado de Kluza et al., 2017)

Swimlanes	 <p style="text-align: center;">"Pool" "Lanes"</p>
Objetos de Conexão	 <p style="text-align: center;">Fluxo de Sequência Mensagem Associação</p>
Objetos de Fluxo	 <p style="text-align: center;">Evento "Gateway" Atividade Subprocesso</p>
Artefactos	 <p style="text-align: center;">Anotação de texto Grupo Objeto de Dados</p>

No entanto, de acordo com Arevalo et al., (2016), devido ao grande número de elementos gráficos no BPMN 2.0, é necessário que as empresas investam na formação dos seus funcionários para o uso correto da notação, o que implica tempo e custos. Dessa forma, alguns estudos mostram que os funcionários apenas utilizam um pequeno conjunto de elementos gráfico, não tirando o máximo proveito da modelagem de processos, ficando os modelos incompletos.

2.2 Toyota Production Systems (TPS)

A *Toyota Production Systems* (TPS) surgiu no início do século XIX por Sakichi Toyoda, ao desenvolver o primeiro tear automático a vapor que conseguia detetar o rompimento do fio, parando a máquina de forma autónoma a sua produção. Esta inovação deu origem ao conceito *Jidoka*, representando o primeiro pilar do TPS, que significa produzir com qualidade, ou seja, detetar anomalias durante o processo produtivo e parar imediatamente, evitando desperdícios, garantindo a qualidade do produto e aumento da eficiência produtiva (Liker, 2004).

Na década de 1930, o filho de Sakichi, Kiichiro Toyoda, fundou a *Toyota Motor Corporation*, tendo como base a filosofia do seu pai. Deste modo, a *Toyota Production Systems* foi desenvolvida com o objetivo de fornecer melhor qualidade, a menor custo e com *lead time* mais curto através da eliminação do desperdício. Kiichiro Toyoda, também queria criar as suas próprias inovações e através do conceito *Jidoka* ele conseguiu desenvolver o segundo pilar do TPS denominado por *Just-in-Time*. Este conceito tem como principal foco a produção do necessário, no momento e na quantidade desejada, atendendo às necessidades dos clientes. O *just-in-time* foi importante, na medida que permitiu à Toyota produzir conforme a variação da procura (Liker, 2004).

Após 2ª guerra mundial, a economia japonesa estagnou e como resultado as empresas japonesas atravessavam sérias dificuldades financeiras. A Toyota em relação as outras empresas foi a que mais se destacou e, apesar das dificuldades, também tinha de lidar com o mercado competitivo da indústria automóvel americana, a Ford (Womack et al., 2003). A Toyota tinha um método de produção diferente da Ford, visto que produzia poucos carros de diferentes modelos, enquanto a Ford mantinha-se apenas a produzir em massa, tendo uma oferta pouco variada. Assim, a Ford conseguia ser mais competitiva, porque a produção em massa permitia-lhe produzir com menores custos. Já a Toyota apresentava um enorme desafio, pois teria de reduzir custos através da produção de muitos modelos em poucas quantidades, o que trazia grandes problemas a nível da gestão de produção. (Ohno, 1988).

Nos anos 40, a Toyota estava à beira da falência, para a evitar que tal sucedesse, Taichi Ohno assume-se como diretor da empresa com o objetivo de recuperar o atraso competitivo em relação à América em apenas três anos. Ohno começou por desenvolver o conceito de *Toyota Production System*, através da eliminação total de desperdícios. O objetivo passava por conciliar os dois pilares do TPS, o conceito de just-in-time com o princípio *Jidoka*. De modo a controlar a produção de acordo com a quantidade necessária, Ohno desenvolveu o sistema *Kanban* que permitiu conectar os processos entre si, tornando possível o controlo da quantidade de peças necessárias para produção de um determinado produto, através de cartões que possuíam informações dos produtos e das respetivas quantidades. (Ohno, 1988).

Através do desenvolvimento do TPS, a Toyota tornou-se o terceiro maior fabricante do ramo automóvel do mundo, produzindo automóveis com mais qualidade, de forma mais rápida e a preços competitivos. A aplicação do TPS teve tanto impacto na Toyota que havia necessidade de ensinar e aplicar o TPS nas outras fábricas Toyota e até mesmo aos fornecedores. Deste modo, Taichi Ohno desenvolveu a casa do TPS (Figura 2) (Ohno, 1988).



Figura 2 - Casa do TPS (adaptado de Liker, 2004)

Através da Figura 2, podemos verificar que no telhado estão representados os objetivos do TPS: alcançar a melhor qualidade a menor custo, menor prazo de entrega e eliminação do desperdício. A sustentação do telhado, existem dois pilares externos, o *Just-In-Time* e o *Jidoka*. No centro da casa encontram-se as pessoas juntamente com a melhoria contínua. As pessoas devem ser formadas, de modo a, obterem capacidade de identificar desperdícios e resolver problemas na causa raiz. A resolução dos problemas está no local real (*genchi genbutsu*), ou seja, é preciso ir ao *gemba* e ver como o processo está a funcionar na sua realidade até chegar à fonte do problema. Como base da casa, existe a necessidade de obter processos padronizados, estáveis e confiáveis. Por fim, são apresentados os desperdícios que se podem encontrar numa organização e que devem ser eliminados (Liker, 2004).

O TPS tem vindo a ser desenvolvido ao longo do tempo e nos últimos anos tem vindo a ser aplicado a qualquer tipo de negócio e organização, trazendo inúmeros benefícios. No entanto, a maior parte das empresas falha na sua implementação porque apenas se concentraram na implementação de ferramentas e de boas práticas esquecendo-se do mais importante a mudança cultural e organizacional (Yadav et al., 2017).

2.3. Pensamento *Lean*

O pensamento *Lean* tem como base as práticas e fundamentos da *Toyota Production System*, cujo objetivo consiste em desenvolver processos e métodos que sejam executados de forma eficiente, através da redução de desperdícios (Womack et al., 2003). O conceito de desperdício deve ser definido por todas as atividades realizadas numa empresa que não trazem valor, ou seja, todas as atividades e recurso que são executados e usadas de forma incorreta, contribuindo para um aumento de custos, tempo e insatisfação do cliente (Pinto, 2014).

2.3.1 Princípios *Lean*

Segundo, Womack et al. (2003), são definidos cinco princípios para auxiliar na gestão de uma organização. Os cinco princípios são:

1. Definir valor: O pensamento *Lean* deve ter como ponto de partida a definição de valor, sendo crucial que este seja definido pelo cliente final e não pela empresa que o produz. A empresa deve criar valor ao cliente, produzindo só a quantidade que este procura, ao preço que está disposto a pagar de modo a satisfazê-lo;
2. Mapear a cadeia de valor: O segundo princípio *Lean* é identificar e mapear a cadeia de valor. A cadeia de valor consiste em todas as atividades necessárias desde o desenho do produto até a sua entrega ao cliente final. Este processo passa por três tarefas críticas de gestão: a resolução de problemas, a gestão da informação e a transformação física dos produtos;
3. Criar fluxo de valor: Este princípio permite eliminar todas as atividades que não acrescentam valor, garantindo que ao longo do fluxo não ocorrem interrupções nem atrasos. Desta forma, é possível produzir o produto que o cliente deseja no momento que pretende receber;

4. Estabelecer o Sistema Pull: O *stock* é considerado um dos maiores desperdícios num sistema de produção. Este sistema tem por objetivo produzir apenas o que é necessário para satisfazer os pedidos dos clientes, diminuindo o trabalho em processo;
5. Procurar a perfeição: Esta etapa consiste na melhoria contínua das etapas anteriores, tentando sempre eliminar ao máximo o desperdício existente. O pensamento *Lean* e a melhoria contínua devem fazer parte da cultura organizacional, cada funcionário deve-se empenhar de forma a atingir a perfeição em todas as atividades que faça.

A aplicação destes cinco princípios permitem aumento de eficiência, redução de custos e tempo numa cadeia de abastecimento em qualquer empresa (Womack et al., 2003).

2.3.2 Desperdícios *Lean*

O desperdício *Lean* é definido por todas as atividades executadas e recursos usados pelas organizações sem trazer qualquer valor para o cliente final. Para tal, é preciso agir de modo a eliminar esses desperdícios de forma a garantir que o produto é produzido na quantidade certa de recursos (humanos e máquinas) e entregue no momento que o cliente deseja (Pienkowski, 2014).

Segundo Ohno (1988) são identificados 7 desperdícios *Lean*:

- **Sobreprodução**: Quando são produzidas mais quantidades do que a procura. O *stock* em excesso não traz benefícios às empresas, uma vez que será vendido a um preço mais baixo, isto vai contra o sistema *pull* (Arunagiri & Babu, 2013).
- **Espera**: O tempo é usado de forma ineficaz, as causas mais comuns são o tempo de inatividade da máquina, o tempo de resposta ou tempo de espera de aprovação. Esse tempo deve ser usado, como por exemplo, para formações ou manutenções (Arunagiri & Babu, 2013).
- **Transporte**: Abrange qualquer movimento de materiais que não crie valor acrescentado para o produto final (El-namrouty & Abushaaban, 2013).
- **Stock**: Significa ter elevada quantidade de matéria-prima, produtos em processamento e produtos acabados. *Stocks* elevados leva a maiores custos, maiores taxas de defeitos, aumento do espaço de armazenamento (El-namrouty & Abushaaban, 2013).
- **Defeitos**: Os defeitos para além de desvalorizar o produto também adicionam retrabalho, mudanças de design, mudanças de processo e tempo de inatividade da máquina para analisar problemas (Arunagiri & Babu, 2013).
- **Processos inadequados**: Os processos realizados devem ser constantemente verificados procurando possíveis desperdícios durante a sua execução. É fundamental simplificar ou eliminar atividades que não trazem valor ao cliente (Arunagiri & Babu, 2013).
- **Movimento de pessoas**: Quando as pessoas são obrigadas a deslocar-se para a realização de uma tarefa. Todos os movimentos que não acrescentam valor à atividade principal, como por exemplo a procurar de uma ferramenta porque não está bem identificada (Arunagiri & Babu, 2013).

Relativamente à literatura a cerca do *Lean Thinking*, alguns cientistas identificam oito tipos de desperdícios, sendo o oitavo considerado como o não aproveitamento adequado do conhecimento dos colaboradores (Xiong et al., 2019).

Na Figura 3 está representado um resumo acerca dos oito desperdícios.



Figura 3 – 8 Desperdícios Lean (adaptado de (OS 8 DESPERDÍCIOS LEAN MANUFACTURING, n.d.))

2.4. Ferramentas *Lean*

Num mercado cada vez mais competitivo, o uso das ferramentas *Lean* passam por ser uma solução de sobrevivência e sucesso organizacional. O uso destas ferramentas é uma solução simples e de baixo custo, tendo como principal foco a eliminação de desperdícios, mudança de cultura organizacional e aumento da eficiência de cada processo executado, aumentando a qualidade e produtividade (Oliveira et al., 2017).

2.4.1 Standard Work

O *Standard Work*, ou seja, trabalho padronizado é definido como um conjunto de regras e procedimentos operacionais formalizados e que devem ser executados por todos os colaboradores. Este método pretende eliminar a variação e inconsistência dos processos, visto que os trabalhadores executam as atividades da mesma forma, cumprindo com as normas definidas Oliveira et al., (2017).

Antes de implementar o trabalho padronizado, deve-se analisar e estabelecer o balanceamento das linhas produtivas, de modo a equilibrar e distribuir as operações executadas. Desta forma é possível garantir que o fluxo produtivo funcione de forma constante, com os mesmos tempos de disponibilidade, capaz de responder à necessidade da procura (Antoniolli et al., 2017). De seguida, para começar a uniformização deve-se analisar as tarefas de cada processo e, por fim, classificá-las através da sua importância, como se pode ver na Tabela 2.

Percentagem de trabalho total	Importância	Efeito no trabalho
15–20%	Crítico - O trabalho deve ser altamente consistente	Efeito definitivo nos resultados se realizado fora do intervalo
60%	Importante - o trabalho deve ser consistente dentro de uma faixa ligeiramente mais ampla	Efeito provável nos resultados se executado fora do intervalo
20%	baixa importância - método de trabalho pode ser variável	Provavelmente não afetará os resultados, independentemente do método

Tabela 2 - Repartição das tarefas por nível de importância (adaptado de Liker & Meier, 2007)

As tarefas críticas são as mais importantes ao processo e devem ser realizadas com a maior qualidade, consistência e eficiência possível, pois se não forem executadas da melhor forma podem originar retrabalho. Segundo (Liker & Meier, 2007), a implementação do trabalho padrão bem-sucedido está na identificação das tarefas críticas, definição do melhor procedimento para a execução correta dessas tarefas e, por fim, ensinar e treinar os colaboradores para executarem o método que foi pré-definido. Relativamente às outras tarefas menos importantes são definidas como tarefas que são executadas através de procedimentos com maior variação e que não afetam a qualidade nem a produtividade.

2.4.2 Gestão Visual

A Gestão Visual permite melhorar o desempenho de uma organização através da utilização da comunicação visual rápida e intuitiva. Existem vários meios de gestão visual, como por exemplo, placas informativas, marcações no chão de fábrica, sistemas *Andons*, *Kanbans* e normas de trabalho. O objetivo é comunicar de forma rápida evitando erros e desperdícios Oliveira et al., (2017).

Segundo Ahuja & Khamba (2008), com a implementação da Gestão Visual pretende-se:

- Processos transparentes: Criação de um fluxo de informação acessível a todos os colaboradores de diferentes hierarquias criando um consenso de autocontrolo e desempenho por parte de todos.
- Disciplina: Através do uso de ferramentas visuais é possível criar regras e procedimentos alcançando tarefas consistentes de forma a garantir a mesma qualidade.
- Simplificação de processos: Os recursos visuais auxiliam as pessoas durante os esforços em tarefas rotineiras. Têm como objetivo aliviar a carga de trabalho mental e física, caso as ferramentas sejam projetadas de forma a facilitar a cognição e a memória através de imagens ou gráficos em vez de texto.
- Melhoria contínua: Facilita na melhoria contínua, uma vez que permite a identificação visual de desvios em relação aos parâmetros definidos, ajuda na divulgação e desenvolvimento de sugestões de melhoria, como por exemplo, o quadro de melhorias e ajuda na identificação e resolução de problemas.

- Formação no local de trabalho: A informação visual no ambiente real de trabalho proporciona a aprendizagem no local. Esta é uma forma de aprendizagem económica, rápida e eficaz, visto que, o recém colaborador pode aprender através da observação de imagens ou gráficos que esclareçam o procedimento, riscos de segurança, falhas de equipamentos e as suas causas.

2.4.3 5S's

A metodologia 5S's foi desenvolvida no sentido de inculcar responsabilidade e boas práticas nos colaboradores de uma empresa em relação à organização e limpeza do ambiente de trabalho. Para além disso, a aplicação desta ferramenta funciona como base necessária para implementação da melhoria contínua, tendo como princípio a eliminação do desperdício. (Jaca et al., 2014) Deste modo, esta metodologia, impulsiona as organizações um aumento de melhoria da qualidade, tempo, redução de custos e aumento de satisfação na entrega do produto ao cliente (Randhawa & Ahuja, 2017b).

De forma geral, o conceito 5S's defende a organização, limpeza, padronização e disciplina do espaço de trabalho (Randhawa & Ahuja, 2017a). Segundo Oliveira et al., (2017) os 5S's tem como base as seguintes etapas: *Seiri* (triagem), *Seiton* (Organização), *Seizo* (Limpeza), *Seiketsu* (Normalizar) e *Shitsuke* (Disciplina).

1. **Seiri (Triagem)** – A primeira etapa tem como objetivo classificar e separar os materiais, ferramentas e equipamentos que são imprescindíveis para o funcionamento correto do processo produtivo daqueles que não são. Durante a classificação é essencial promover a inclusão dos colaboradores para distinguir que objetos deveriam ficar e os que deveriam ser removidos (Ramdass, 2015).
2. **Seiton (Organização)** – Nesta etapa, pretende-se organizar o espaço conforme a priorização e necessidade dos objetos, para facilitar ao máximo a sua localização por parte dos funcionários. Esta tarefa envolve um lugar para tudo e no seu respetivo sítio, com identificação rápida e visual das ferramentas e áreas de trabalho (Randhawa & Ahuja, 2017a).
3. **Seizo (Limpeza)** – O 3's é responsável pela limpeza do espaço de trabalho, onde todos os colaboradores devem ter o sentido de responsabilidade de manter a sua área de trabalho limpa e organizada. As tarefas de limpeza devem ser diárias, como por exemplo, limpeza de equipamentos e materiais, lubrificação, entre outras (Ramdass, 2015).
4. **Seiketsu (Normalizar)** – Serve para garantir a padronização, através da criação de procedimentos e normas para manter e otimizar os três primeiros S's. Nesta etapa é importante usar a gestão visual no terreno de forma simples e eficiente (Randhawa & Ahuja, 2017a).
5. **Shitsuke (Disciplina)** – Consiste na sustentação de todos os S's anteriores. Esta última etapa, tem como objetivo tornar a metodologia 5S's cultura e prática diária da organização (Ramdass, 2015).

De forma, a garantir o sucesso da implementação dos 5S's, devem ser realizadas auditorias periódicas verificando se todas as normas e procedimentos estão a ser cumpridos (Ramdass, 2015).

2.4.4 Kanban's

O sistema Kanban tem como objetivo controlar a quantidade de stock, a produtividade e a gestão de entrega, como por exemplo, matéria-prima ou peças (Lage Junior & Godinho Filho, 2010). Geralmente é identificado por um cartão ou sinal e pode ser de dois tipos: *kanban* de transporte ou *kanban* de produção. O *Kanban* de transporte indica quantidade que o processo seguinte deve recolher e o de produção indica a quantidade que o processo anterior deve produzir para o próximo. Também pode ser usado para sistemas de identificação rápida da localização do stock em prateleiras Oliveira et al., (2017).

2.4.5 Diagrama de Spaghetti

É uma ferramenta *Lean* usada para observar o movimento de um trabalhador ou objeto na execução de uma tarefa, através da marcação de trajetórias. Após obtenção das rotas, são analisados todos os movimentos efetuados, os metros percorridos e a existência de movimentos sobrepostos (Senderská et al., 2017). Por fim, são propostas melhorias para reduzir ou eliminar movimentos desnecessários, pelo meio de alterações na organização e *Layout* do espaço de trabalho e eliminação de atividades sem valor acrescentado (Labach, 2011).

2.5 BPM e *Lean Manufacturing*

O BPM e o *Lean* são duas abordagens que possuem semelhanças e objetivos idênticos. Os dois conceitos têm como objetivo a melhoria contínua, ou seja, a melhoria progressiva dos processos assumindo pequenas mudanças, que vão sendo introduzidas e desenvolvidas afetando os processos produtivos (Rymaszewska, 2017).

O BPM é uma metodologia focada apenas nos processos de negócio de uma empresa, com o objetivo de melhorar a sua eficiência e eficácia e tem como ponto de vista, a sustentabilidade da vantagem competitiva (Rymaszewska, 2017). Enquanto a implementação *Lean* deve ser aplicado na apreciação de problemas de forma a reduzir os desperdícios. O *Lean* pode oferecer um bom contributo em algumas fases do ciclo de vida do BPM, principalmente na fase de análise de processos, contribuindo para a identificação dos desperdícios. Ao identificar os problemas é necessário perceber as suas causas raiz, para tal são usadas algumas ferramentas como por exemplo, o Diagrama de *Ishikawa* e os 5 Porquês (Dumas et al., 2018).

2.5.1 Diagrama de *Ishikawa*

O Diagrama de *Ishikawa* ou diagrama causa-efeito (Figura 4) foi desenvolvido em 1943, pelo Dr. Kaoru *Ishikawa*, Professor da Universidade de Tóquio com o objetivo de relacionar graficamente as principais causas que influenciam um determinado efeito ou problema. A aplicação desta ferramenta também pode ser designada por Diagrama causa-efeito ou diagrama espinha de peixe (Botezatu et al., 2019).

Este diagrama destina-se apenas na identificação e eliminação das causas de um problema e não no efeito que provoca. Desta forma, permite uma gestão de controlo de qualidade de um

determinado processo ou produto, capaz de detetar as inconformidades que lhe estão associadas facilitando a identificação das suas causas para que possam ser eliminadas (Suárez-Barraza & Rodríguez-González, 2019). Segundo (Kume, 1987) o diagrama de *Ishikawa*, permite solucionar problemas complexos numa dada organização, uma vez que o uso de uma ferramenta estruturada possibilita a representação de dados numa forma mais simples e metódica proporcionando uma análise mais detalhada por parte de todos os interessados.

De acordo com (Liliana, 2016), a construção de um diagrama de causa-efeito passa por quatro etapas. O primeiro passa pela identificação do problema, representando-o à direita do diagrama. De seguida, são descritos os fatores que têm impacto direto no problema, ou seja, as categorias principais das causas que afetam as características de qualidade do problema definido. Estes costumam ser representados dentro de retângulos ligados à espinha dorsal. Neste passo, geralmente é considerado seis categorias (6M) que incluem: mão-de-obra, métodos, máquinas, materiais, medições e meio ambiente. No entanto e conforme a situação estas podem ser classificadas de modo diferente.

Após conclusão da estrutura básica do diagrama são identificadas as possíveis causas correspondentes a cada categoria, onde são apresentadas as causas de nível 1, e se possível, as causas de nível 2 (sub-causas) e assim sucessivamente terminado até chegar à causa-raiz. Por fim, é analisado o diagrama de modo a perceber se a sua construção está correta e se corresponde com a realidade (Liliana, 2016).

Quanto mais detalhada for a construção de um diagrama de *ishikawa* mais fácil é a identificação e análise de todos os fatores que influenciam o problema e de certa forma a sua eliminação (Liliana, 2016).

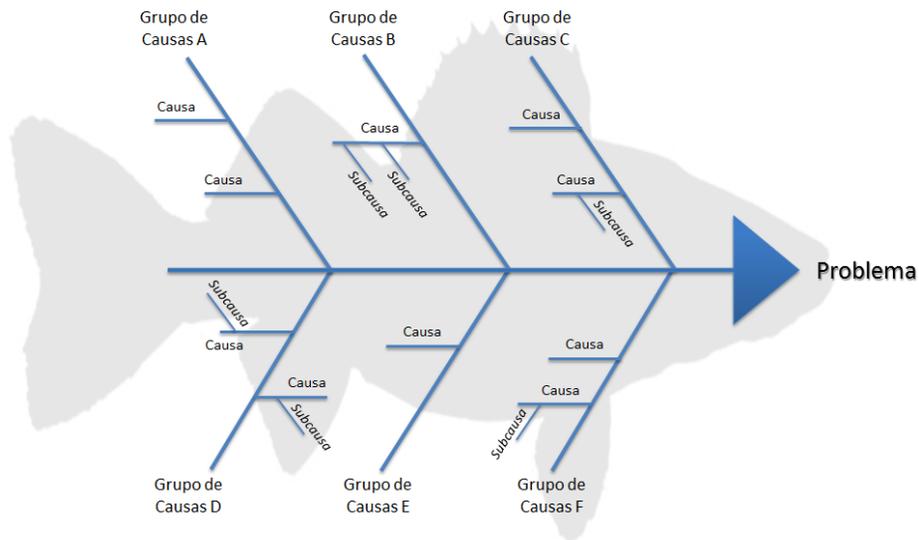


Figura 4 - Exemplo de um digrama de *Ishikawa* (adaptado de (Diagrama de *Ishikawa* – Causa e Efeito (Espinha de Peixe) | Universo Projeto, n.d.))

3. Apresentação da Empresa

Neste capítulo é apresentada a empresa onde foi realizado o presente projeto de estágio, a Grestel - Produtos Cerâmicos, S.A., expondo a sua história até ao momento atual, bem como, os produtos que comercializa, a sua estrutura organizacional, a constituição da matéria-prima utilizada e o processo produtivo. Por fim, são descritos todos os processos de conformação existentes na empresa, bem como o tipo e quantidade de referências que são produzidas.

3.1 GRESTEL - Produtos Cerâmicos, S.A.

3.1.1 A Empresa

A GRESTEL – Produtos Cerâmicos, S.A., foi fundada em 1998 na zona industrial de Vagos, distrito de Aveiro. Esta dedica-se ao ramo cerâmico, mais precisamente, à produção de loiças cerâmicas, nomeadamente artigos de mesa, artigos de forno e acessórios de elevada qualidade, durabilidade e com *design* muito particular. Em 1999, a empresa dá início à sua produção, numas instalações provisórias com apenas 12 funcionários. Em 2000, a empresa é transferida para a Grestel 1, que após 2 anos expande, aumentando o número de máquinas e, desta forma, aumenta a sua produtividade.

Para fazer face ao mercado internacional, em 2004 sucede a construção da 2ª unidade, perto da Grestel 1, iniciando a produção em 2005. No mesmo ano a empresa regista a marca Costa Nova, que passa a ser sua principal marca própria. Esta marca tem como objetivo levar o nome da região piscatória de Aveiro a todos os cantos do mundo, criando-se coleções de peças de mesa em grés fino. Com a necessidade de aumentar a qualidade e sustentabilidade, em 2007 a Grestel 2 aumentou o seu espaço incluindo um novo laboratório e uma secção de moldes. Por fim, esta unidade sofre um novo aumento em 2015 com a inserção de uma nova área logística.

Em 2016 é contruída a 3ª unidade fabril junto à Grestel 2, que após 1 ano inicia a sua produção. Em 2017, a empresa decide adquirir a Casafina, empresa internacional que se apresentava desde 2002 como um cliente muito importante para a Grestel. Por último, em 2018 estreia o funcionamento do novo *Outlet* junto à Grestel 1 e em 2019 é inaugurado um novo Centro logístico junto à Grestel 2, que serve unicamente para gerir as marcas próprias da empresa, a Costa Nova e a Casafina. Na Figura 5 pode-se observar a Grestel através de uma vista aérea.

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas



Figura 5 - Vista aérea da GRETEL - Produtos Cerâmicos, S.A.

Atualmente, a Grestel é constituída por 3 unidades fabris, contendo uma área total de 40.200 m², onde é realizado todo o processo produtivo e 2 unidades logísticas. Está presente em mais de 50 países espalhados pelos 5 continentes, representando uma exportação de 95% da sua produção. Para dar resposta a todas as encomendas, a Grestel trabalha 16 horas por dia, 5 dias por semana, à exceção dos fornos contínuos situados na Grestel 2 e na Grestel 3 que trabalham todos os dias sem interrupções, 24 horas por dia. A empresa conta com uma produção de 850.000 peças/mês, chegando a produzir mais de 9 milhões de peças anuais com o contributo de mais de 700 funcionários.

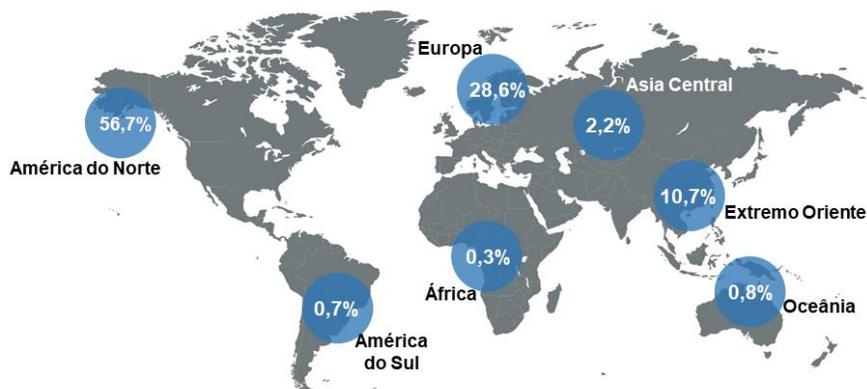


Figura 6 - Exportação da GRETEL - Produtos Cerâmicos, S.A.

O facto de a empresa exportar para mercados internacionais (Figura 6), tais como América do Norte, Ásia e Norte da Europa, confere cuidados redobrados na fabricação das peças cerâmicas, uma vez que são mercados exigentes, onde o cliente preza pela qualidade do produto que compra. Deste modo, a missão da empresa passa por criar e produzir peças de elevada qualidade, isto é possível

porque a Grestel possui um sistema de monocozedura, ou seja, a peça só é cozida uma única vez a 1180°C. Este modo de cozedura permite a obtenção de peças com uma superfície vitrificada, o que confere uma elevada resistência térmica e durabilidade durante o uso quotidiano.

Ao longo dos anos, a empresa tem vindo a focar-se na sustentabilidade ambiental, apostando em produtos ecológicos, reutilizáveis e recicláveis que é o caso do projeto Eco Grés. Este projeto teve início em 2018 e tem como objetivo o reaproveitamento de resíduos industriais da própria empresa, assim como de empresas externas, para a fabricação de peças cerâmicas. Tudo isto é possível devido à instalação de tecnologias de ponta, que por sua vez são energeticamente eficientes. Relativamente à responsabilidade social, a empresa emprega 700 colaboradores dos quais 70% são mulheres e cerca de 15% são de outras nacionalidades. A Grestel compromete-se com os seus colaboradores na medida de garantir um posto de trabalho saudável e seguro.

3.1.2 Produtos

A GRETEL – Produtos Cerâmicos, S.A. produz uma elevada gama de produtos diversificados, especificamente artigos de mesa, forno e acessórios decorativos em grés fino. Relativamente às marcas próprias, a Costa Nova e a Casafina, os artigos são dispostos por coleções de peças únicas que variam entre si, como por exemplo, o tipo de vidro aplicado e em que zona da peça é colocado, acrescentando depois algumas aplicações manuais, como esponjados, decalques, trinchados ou salpicos. Estas coleções são constituídas por pratos, saladeiras, bules, jarras, tabuleiros, assadeiras, chávenas, pires, entre outras peças de servir, como se pode observar nas Figuras 7 e 8.



Figura 7 – Coleção Costa Nova



Figura 8 – Coleção CASAFINA

Para além de produzir para as suas próprias marcas também produzem uma grande parte para outros clientes que encomendam o(s) tipo(s) de peça(s) que pretendem, como por exemplo, a Zara Home, El Corte Inglés, entre outras.

3.1.3 Estrutura Organizacional

A empresa encontra-se estruturalmente dividida em 7 áreas de direção (Figura 9), na qual a Direção Fabril está dividida em duas: Direção de Produção e Direção Técnica. Esta última agrega o Departamento de Qualidade, o de Manutenção e o de R&D e Melhoria Contínua que está destacado a laranja, sendo o local da realização do projeto.

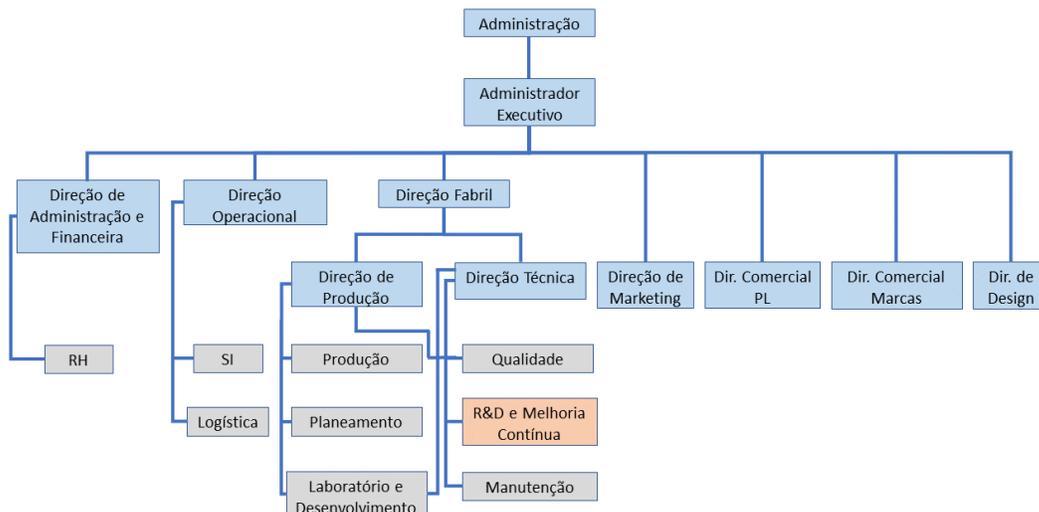


Figura 9 - Organograma da GRESTEL - Produtos Cerâmicos, S.A.

3.1.4 Matéria-Prima

A matéria-prima é um ponto fulcral no processo produtivo, pois a sua constituição é muito importante no que toca na qualidade final das peças cerâmicas, porque se a qualidade do grés não tiver dentro dos parâmetros corretos pode trazer problemas durante a produção, ocorrendo fissuras durante a conformação ou após cozedura. Esta pasta grés é adquirida pela Grestel a um fornecedor direto. Através da Tabela 3 podemos verificar os constituintes da pasta grés em comparação com a pasta tradicional de porcelana que é a mais usada na indústria cerâmica.

Tabela 3 - Comparação entre a pasta de Grés e de Porcelana

	GRÉS	PORCELANA
Constituição	Argila Quartzo Feldspato	Argila Quartzo Feldspato Caulino
Nº Cozeduras / Temperatura	Monocozedura 1150°C a 1200°C	2 Cozeduras 1ª – 900°C a 1000°C 2ª – 1300°C a 1350°C
Resistência mecânica	500 a 800 kg.F/cm ²	800 a 1000 kg.F/cm ²

Porosidade (Absorção de água)	< 3%	<0,5% (impermeável)
Cor	Creme	Branca

Observando a Tabela 3, verifica-se que o grés se diferencia da porcelana na sua constituição e cozedura, uma vez que o grés é cozido uma única vez, o que permite peças com maior requinte e com uma superfície vitrificada que confere elevada resistência térmica, já a porcelana tem maior resistência ao impacto.

3.1.5 Processo Produtivo

O processo produtivo começa com o pedido de encomendas. Se a encomenda for um artigo novo, há a necessidade de formar a peça em gesso, através da qual é criado um molde. A partir deste molde são conformadas algumas amostras para teste, que são verificadas pelo Departamento de Design e, de seguida, pelo cliente final. Após aprovação da peça por parte do cliente, são fabricados os moldes e calibradores referentes à nova peça de acordo com o tipo de conformação, de seguida é pedida a matéria-prima a um fornecedor externo.

A conformação pode ser realizada pelos seguintes processos: Máquinas *Roller*, Enchimento tradicional, Alta Pressão e Prensas RAM. O tipo de pasta a utilizar depende do processo de conformação, sendo que nos casos de Enchimento tradicional e Alta Pressão é utilizada pasta líquida (barbotina), enquanto nas restantes é usada pasta plástica.

Uma vez conformadas as peças, é necessário eliminar o excesso de água, deste modo estas passam por uma secagem de verde. De seguida, após a primeira secagem as peças são encaminhadas para o acabamento. Neste setor, as peças são rebarbadas, ou seja, é retirado o excesso de pasta nas bordas e esponjadas, passando uma esponja nas bordas da peça de forma a arredondar e eliminar a existência de imperfeições. Além disso, também podem ser colados alguns detalhes, como o caso de asas. Após acabamento, as peças são novamente secas (secagem de branco), para retirar a água que foi adicionada durante o acabamento. Seguindo-se a decoração e vidragem das peças, que são previamente preparadas em laboratório consoante o pedido do cliente.

Depois de vidradas, as peças seguem para o forno contínuo passando por um processo de monocozedura, ou seja, são cozidas uma única vez à temperatura de 1180°. As peças saídas do forno passam pela secção da escolha, aqui as peças são selecionadas e classificadas em 3 tipos: peças de primeira, de segunda ou caco, consoante o aspeto que apresentam. Algumas peças podem sofrer retoques, voltando para o forno sendo escolhidas posteriormente. Por fim, e consoante a especificação da peça, estas podem ser decalcadas, onde são cozidas posteriormente num forno intermitente que coze a 850°, carimbadas ou diretamente embaladas.

O produto acabado é embalado e segue para o armazém, onde fica pronto para ser expedido. Na Figura 10 é possível visualizar o esquema do processo produtivo da Grestel.

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

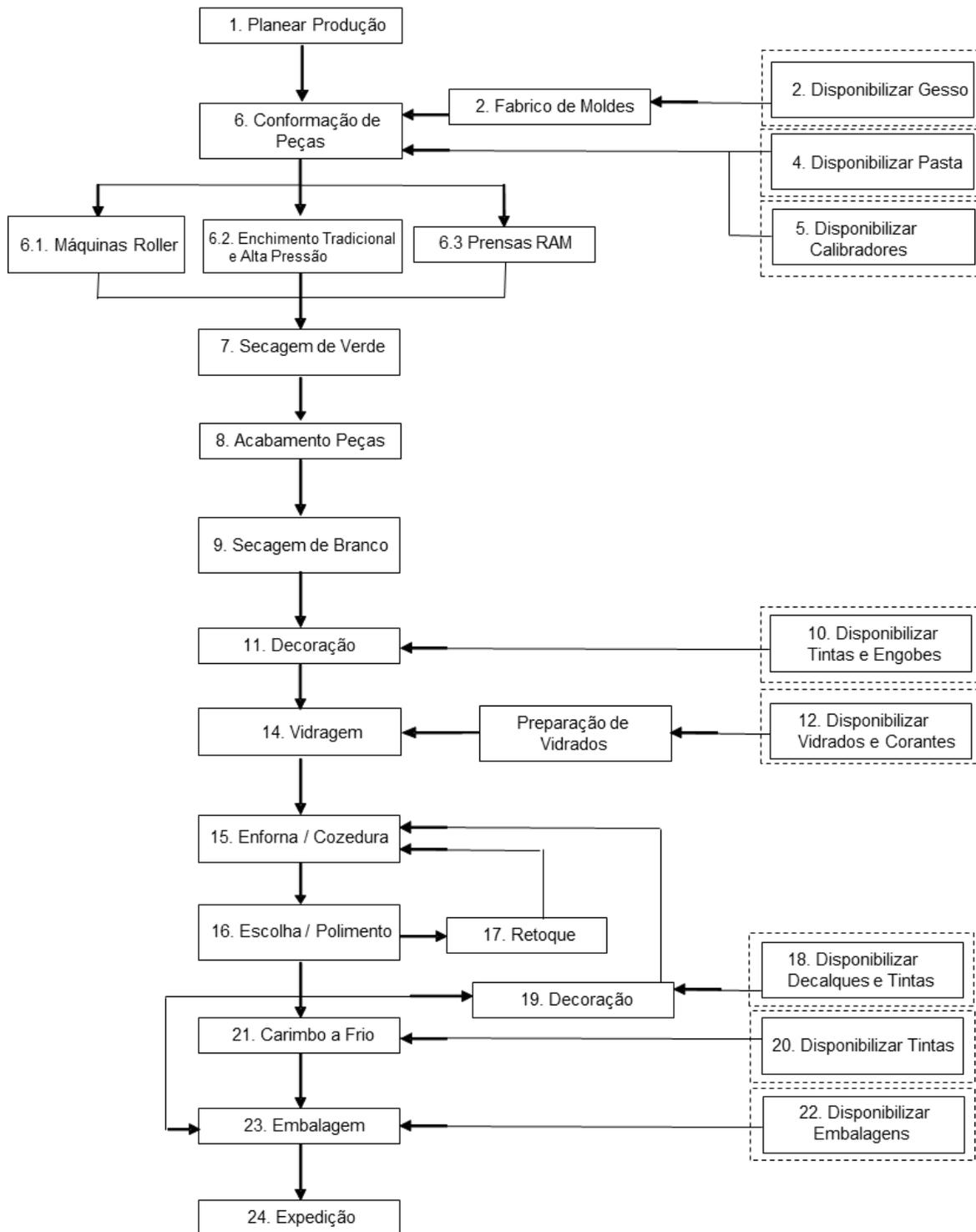


Figura 10 – Esquema do processo produtivo da Grestel - Produtos Cerâmicos, S.A.

3.2 Conformação

3.2.1 Processo de Conformação

Nesta secção a empresa apresenta 4 tipos de conformação: *Rollers*, Prensas RAM, Alta Pressão e Enchimento Tradicional.

Relativamente às *Rollers* e Prensas RAM é utilizada pasta plástica (em forma de tarugo ou lastra) que posteriormente é cortada em excertos por uma cortadora automática e só depois é que é conformada. A conformação por *Roller* é usada principalmente para a obtenção de peças simétricas, como por exemplo, canecas, saladeiras, pratos e chávenas. Assim que é colocado o excerto de pasta no molde de gesso, a cabeça da *Roller* desce, o calibrador entra em contacto com a pasta e esmaga-a, até obter a peça conformada com a forma e espessura pretendida.

O processo das Prensas RAM consiste em prensar pasta plástica, através da compressão de dois moldes. Inicialmente é colocado um excerto na parte inferior do molde, após ordem do operador a parte superior da prensa desce e a pasta plástica é esmagada pelos moldes de gesso. Por fim, dá-se a desmoldagem da peça por injeção de ar, primeiro na parte inferior do molde e depois na parte superior, ficando a peça alojada neste último. Através deste processo são produzidas peças de diferentes tamanhos e com formas regulares, como por exemplo, tabuleiros, assadeiras e alguns pratos.

Quanto à Alta Pressão e Enchimento Tradicional é utilizada pasta líquida (Barbotina). No entanto, o processo de conformação por Alta Pressão tem como finalidade a injeção de pasta sob pressão que é aplicada para dentro de um molde poroso que obriga a saída da água e a compactação das partículas. Geralmente é utilizado para produzir grandes encomendas de peças com formatos planos e irregulares. Tem maior vantagem em relação aos outros processos, uma vez que é possível produzir mais peças, com menor tempo e desperdício. Tal acontece, porque a peça não necessita de acabamento, apenas é raspada a zona onde se formou o gito, ou seja, o local onde a pasta foi injetada para dentro do molde.

Por fim, é utilizado o Enchimento Tradicional para produção de peças complexas de formatos irregulares, como por exemplo, bules, jarros e tampas. Este método de conformação baseia-se no vazamento manual de pasta líquida que é vertida para o interior do molde de gesso. O molde absorve a água e as partículas solidas depositam-se nas paredes do molde, dando forma às superfícies da peça. Após a formação da espessura pretendida das superfícies da peça, o restante da pasta líquida é vazado. Por último, a peça fica a secar para que retraia e facilite a sua remoção do molde.

3.2.2 Referências Produzidas na Conformação

Atualmente a secção da conformação conta com 2400 referências de peças, a maioria são feitas nas prensas com um total de 1200, 840 nas máquinas *Rollers* e as restantes são efetuadas na Alta pressão e Enchimento Tradicional. Este número tem vindo a aumentar, uma vez que o Departamento de *Design* vai desenvolvendo novas peças.

A cada referência representa uma peça que está associada uma ficha técnica, e cada ficha técnica possui a descrição dos acessórios necessários para a sua produção. Na conformação por *Rollers*,

4. Análise da Situação Inicial

Este capítulo tem como propósito expor a situação inicial dos processos da secção da conformação bem como a mudança de *setup*, para isso, a metodologia adotada foi o Ciclo de Vida do BPM (secção 2.1.1.1). Inicialmente são identificados os diferentes processos de conformação existentes na empresa e escolhidos os mais críticos, de seguida são recolhidas informações de cada um na fase de descoberta. Por fim, são analisados os processos anteriormente identificados, expondo os modelos as-is de cada processo em funcionamento como em *setup*, acabando por identificar problemas detalhando as suas causas raiz usando o diagrama de *Ishikawa*.

4.1. Identificação dos Processos

Nesta etapa pretende-se conhecer os processos existentes na secção da conformação. A Grestel é composta por quatro métodos de conformação: Máquinas *Roller*, Prensas RAM, Enchimento Tradicional e Alta Pressão. No gráfico da Figura 14 são apresentados os dados de produtividade do ano 2020 dos quatro tipos de conformação.

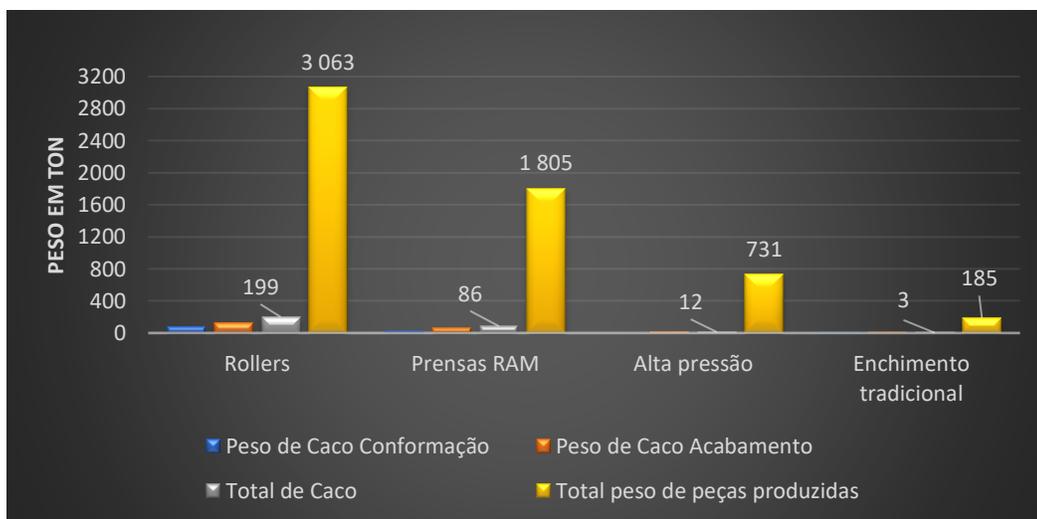


Figura 14 – Produtividade em Ton dos processos de conformação no ano 2020

Através do gráfico acima podemos observar que as *Rollers* e as Prensas correspondem a mais de 50% da produção total de 2020. As *Rollers* produziram aproximadamente 3.060 Ton de peças conformadas, enquanto as prensas produziram cerca de 1.805 Ton.

No gráfico da Figura 16 é apresentada a relação entre peças boas e caco (peças rejeitadas) do ano 2020, dos quatro tipos de conformação.

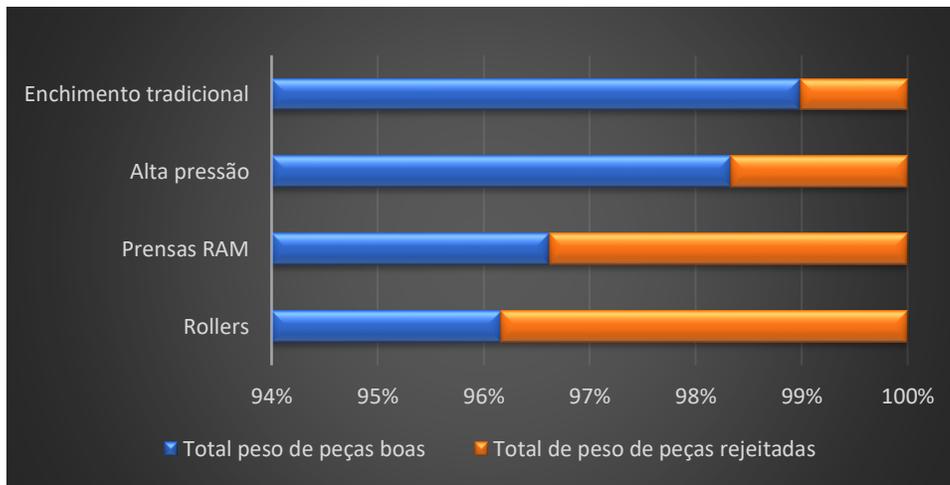


Figura 15 - Total de peso de peças boas VS Total de peso peças rejeitadas (2020)

Após observação do gráfico da Figura 15, podemos verificar que as *Rollers* têm um maior desperdício, com aproximadamente 4% de caco produzido no ano 2020, seguindo-se as Prensas RAM com 3,5%. Em relação à Alta Pressão esta quase que não apresenta desperdício durante a conformação, uma vez que na sua produção é criada apenas um pequeno grito, porém no acabamento algumas peças acabam por quebrar. Relativamente aos dados do Enchimento Tradicional, esses não são muito fidedignos, pois deveriam apresentar valores mais altos de peças rejeitadas, isto acontece porque os operadores dessa secção não registam todas as peças defeituosas. Desta forma, conclui-se que os processos das máquinas *Rollers* são prioridade de estudo e com necessidade de melhoria para a empresa. Posto isto, a modelação de processos passa pelos processos produtivos deste tipo de conformação.

4.2. Descoberta dos Processos

Após identificação dos tipos de processos da conformação é necessário proceder à descoberta dos processos que foram inicialmente escolhidos, as máquinas *Rollers*. Este tipo de conformação é utilizado para produção de peças simétricas. A pasta plástica é colocada dentro do molde que posteriormente é esmagada pelo calibrador da Roller, obtendo-se uma peça com o seu formato.

Assim sendo, nesta etapa foram utilizadas duas técnicas para recolha de informação: baseada em evidências e entrevistas. Baseada em evidências através da observação do funcionamento normal das máquinas e durante as mudanças de referência. De forma a complementar a informação e detalhar os processos foram feitas entrevistas informais não estruturadas aos afinadores e supervisores.

Após a recolha da informação foi possível organizar e classificar as máquinas da secção das *Rollers*, por grupos com características e procedimentos idênticos (Figura 16).

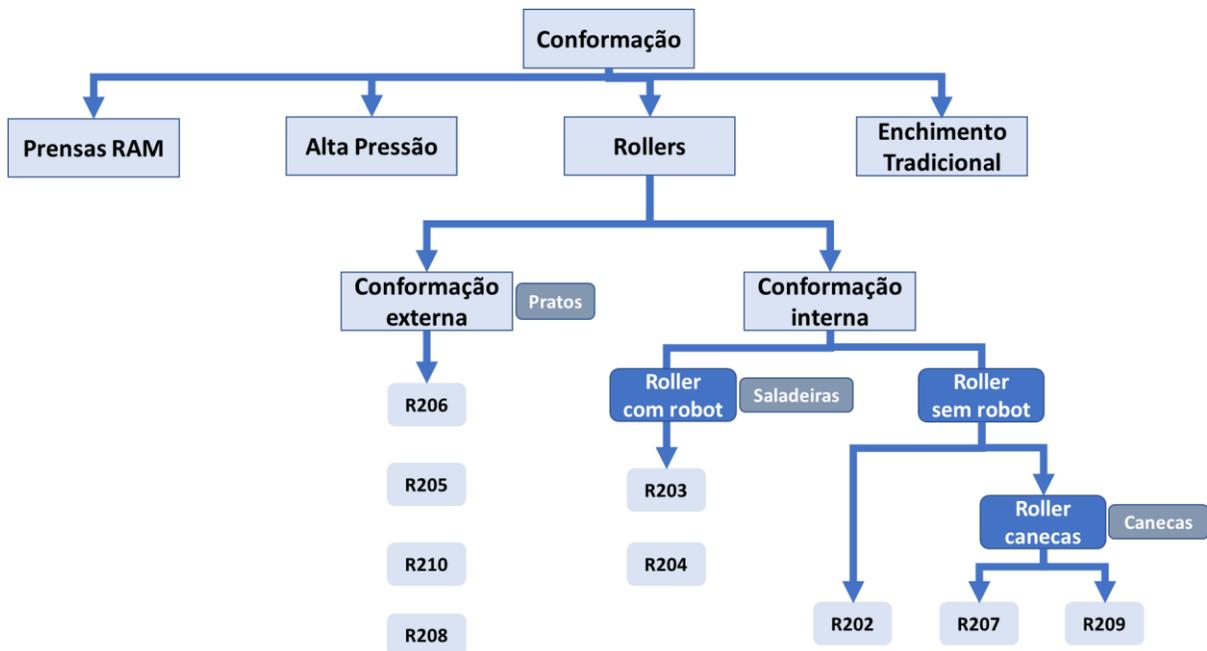


Figura 16 - Classificação dos processos da secção da conformação

Pela observação da Figura 16, podemos verificar que as máquinas *Rollers* estão divididas em 2 tipos de conformação: externa (Figura 17) e interna (Figura 18 e Figura 19).

Relativamente aos processos das *Rollers* de conformação externa, foi possível agrupá-las, visto que as máquinas e os procedimentos são muito parecidos entre si. Este tipo de *Roller* produz pratos de diferentes tamanhos e formas.

Quanto às *Rollers* de conformação interna estão divididas em dois tipos. As com robot, R203 e R204, no qual o robot faz a colocação do molde na própria *Roller* (Figura 18) e as sem robot (Figura 19). No caso da R204 para além da conformação, também possui uma fase de acabamento, com uma mesa de acabamento automática e um operador. Nestas máquinas são geralmente produzidas saladeiras.

No que se refere às *Rollers* sem robot, a colocação do molde na máquina é feita por um operador, contudo existem dois processos distintos a *Roller* 202 e as *Rollers* 207 e 209. As R207 e R209 produzem apenas canecas, ou seja, são as únicas que para além de uma fase de acabamento também possuem uma fase de colagem de asas, onde existem operadores a fazer essa tarefa. Quanto à R202, como é uma *Roller* que produz tanto canecas, como também saladeiras, não possui fase de colagem de asas. O processo é parecido com o da R207, contudo finaliza na fase de acabamento das peças, que posteriormente são colocadas no carro de peças.



Figura 17 – Roller de conformação externa (pratos)



Figura 18 – Roller de conformação interna com robot (saladeiras)



Figura 19 – Roller de conformação interna (canecas)

4.2.1 Descrição do processo das *Rollers*

4.2.1.1 Conformação externa

➤ R205, R206, R208 e R210

O processo da conformação externa (**anexo 1**) começa com o operador da *Roller* a verificar se o cortador automático tem pasta plástica, se tiver pasta o cortador corta um excerto, caso não tenha o operador tem de repor. De seguida, o operador retira o molde vazio do secador e coloca na mesa da *Roller*.

Com a *Roller* já em funcionamento, com a cabeça e a mesa rotativa em rotação, o operador coloca o molde que retirou do secador na mesa da *Roller*. De seguida, coloca o excerto que foi cortado na cortadora por cima do molde que está sobre a mesa da *Roller*. A conformação da peça acontece assim que, a mesa rode, desce a cabeça da *Roller* e a mesa rotativa, a cabeça da *Roller* inclina e molda a pasta até que fique com o formato do molde. Por fim a peça é rebarbada nas bordas por um cortador.

Após subida da cabeça da *Roller* o operador retira o molde da mesa rotativa que possui a peça conformada e coloca no secador. Se a prateleira do secador estiver completa este carrega no botão para rodar o secador. Caso a prateleira esteja incompleta o operador volta a repetir o mesmo procedimento.

Na fase de acabamento, o operador do acabamento verifica o secador, caso tenha peças este retira-as e coloca na mesa de acabamento automático. Se não tiver peças o operador tem de esperar que o operador da *Roller* carregue no botão para o secador rodar.

Antes de o operador colocar a peça na mesa de acabamento automático, este passa a esponja na base da peça e só depois coloca na mesa, a mesa roda e passa uma primeira esponja que arredonda as bordas da peça, volta a rodar outra vez e uma segunda, esponja os lados da peça. A mesa roda mais uma vez, o operador retira a peça e verifica o estado desta. Se a peça estiver em boas condições coloca-a no carro de peças, no caso de a peça apresentar defeitos mínimos, o operador passa a esponja. Se a peça apresentar muitos defeitos e fissuras o operador coloca-a à parte, geralmente no centro da mesa de acabamento ou no chão à sua beira.

4.2.1.2 Conformação interna

➤ Com Robot – R203 e R204

Estas duas *Rollers* possuem o mesmo processo de produtivo (**anexo 2**), a única diferença é que a R204 possui acabamento e a R203 apenas produz peças para um carro que após a sua lotação é transportado para uma zona de acabamento.

O processo começa com o operador da *Roller* a verificar se o cortador automático tem pasta plástica. De seguida, o operador coloca o excerto dentro do molde que está situado sobre o tapete rolante. O tapete rolante transporta o molde para adiante até que chega à zona do *robot* e para. De seguida, o *robot* fecha as duas pinças amarrando nos dois moldes, o da *Roller* e o do tapete rolante, sobe, roda 180º, baixa e pousa os moldes assim que abre as pinças, um na *Roller* e o outro no tapete rolante.

Desde o início do processo a *Roller* já se encontra em funcionamento, com a cabeça a rodar e com o extrator da panela subido. No momento que, as pinças do robot pousam o molde, o extrator desce e o molde entra na panela. A conformação da peça começa assim que, a cabeça da *Roller* desce, a panela roda e o calibrador que está na cabeça da *Roller* entra em contacto com o excerto de pasta plástica que a vai esmagando contra o molde. De seguida, a *Roller* recua, ou seja, faz um pequeno movimento no sentido de comprimir a pasta plástica contra as paredes do molde e define a espessura das paredes da peça. Por fim, o excesso de pasta é removido por um cortador.

Após a conformação da peça, a cabeça da *Roller* sobe, bem como o extrator da panela, o robot volta a fechar as pinças, sobe, roda 180º, baixa e pousa os moldes. O molde que é pousado no tapete rolante é movido até á entrada do secador que acumula até seis peças conformadas que serão secas ao mesmo tempo. No caso da *Roller* 203, após saída das peças do secador, o operador retira as peças com uma ventosa e coloca-as diretamente no carro de peças.

Quanto à *Roller* 204 (**Anexo 3**), como possui acabamento o operador da *Roller* coloca as peças numa mesa de apoio, que posteriormente são recolhidas pelo operador do acabamento que passa uma esponja na base da peça e põe-na na mesa de acabamento automática. Após passagem da peça pela mesa o operador retira a peça e verifica o estado da peça, consoante a sua aparência o operador destina se deve ou não colocar no carro de peças.

➤ **Sem Robot – R202, R207 e R209**

As *Rollers* 202 e 207 (**anexo 4**) possuem processos idênticos ao das *Rollers* apresentadas anteriormente, R203 e R204. No entanto, a colocação do molde na *Roller* é feita pelo operador da *Roller* que pega no molde que está no tapete rolante e coloca dentro da panela da *Roller*.

Como a *Roller* já se encontra em funcionamento, com a cabeça em rotação e com o extrator subido, no momento em que o operador pressiona o pedal começa a conformação da peça. A cabeça da *Roller* e o extrator da panela desce, a *Roller* recua e acaba por retirar o excesso de pasta através do pente cortador. Após fim da conformação, a cabeça da *Roller* sobe, tal como a panela e o molde é retirado pelo operador que coloca no tapete rolante que o transportará para o secador. Na entrada do secador são acumulados três moldes com peças conformadas, que por fim entram em conjunto para serem secas. Após saída das peças do secador estas vão para a zona de acabamento.

A zona de acabamento da R202 é exatamente igual à da R204 (**anexo 3**), mas neste caso é o operador do acabamento que retira as peças do tapete rolante e coloca-as na mesa de acabamento automática.

Em relação à R207, como é uma *Roller* de canecas, necessita de uma fase de acabamento com colagem de asas (**anexo 5**). Neste caso o acabamento é feito em duas fases: em primeiro lugar a peça passa pela mesa automática de acabamento e só numa fase posterior é que é feita a colagem da asa na peça por um operador de colagem de asas que por fim atribui o destino da peça consoante a sua aparência.

Quanto à *Roller* 209 (**anexo 6**) apresenta um processo um pouco diferente das duas *Rollers* anteriores. O processo produtivo começa com o operador da *Roller* a verificar se o cortador tem pasta, caso tenha a máquina corta um pequeno excerto. O operador retira um molde do secador e coloca-o na panela da *Roller*. De seguida, vai buscar o excerto cortado e põe dentro do molde e carrega no pedal da *Roller*, dando ordem para esta conformar a peça. Após ordem do operador, a cabeça desce e dá-se a conformação da peça. Após compressão da pasta, a *Roller* recua, ou seja, define a espessura das paredes da peça. Por último, é retirado o excesso de pasta através do cortador.

Após subida da cabeça da *Roller*, o operador retira o molde com a peça conformada da panela e volta a colocar no secador. Uma vez que, as peças já se encontram secas após passagem pelo secador, a próxima fase e última será o acabamento com colagem de asas (**anexo 5**) igual à da R207.

4.2.2.1 Mudança de Referência

A mudança de referência (**anexo 7**) começa com a consulta do plano de produção pelo afinador, no qual verifica a referência a produzir. Após consulta o afinador transporta o carrinho de afinação até às estantes onde recolhe os acessórios necessários (calibrador (Figura 20), panela (Figura 21) e adaptador (Figura 22)). No caso dos adaptadores só são necessários se os calibradores e painéis não encaixarem diretamente na máquina. De seguida, o afinador dirige-se com carro de afinação à máquina.

Antes de qualquer intervenção o afinador coloca a máquina em funcionamento manual, desligando a rotação e a temperatura. De seguida, coloca uma tabua por cima da panela e um excerto de pasta em cima desta, que fará de suporte ao calibrador a retirar. Após esta última tarefa, o afinador

carrega no botão de descer a cabeça da *Roller*, vai buscar a chave de aparafusar retira o suporte do cortador e o cortador. Na tarefa seguinte, o afinador desaparafusa o calibrador da cabeça da *Roller*, no caso de o calibrador usar adaptador este é primeiro desaparafusado da cabeça da *Roller* e depois do calibrador, separando as duas partes.

Após extração do calibrador, o afinador coloca os acessórios retirados no carro, retira o excerto de pasta e a tábua. A seguinte tarefa, cabe ao afinador retirar a panela, para tal, primeiro carrega no botão de subida da cabeça da *Roller*, depois desaparafusa a panela ou o adaptador se esta estiver a utilizar e coloca esses acessórios no carro de afinação.

A próxima etapa é colocar os novos acessórios na *Roller*, deste modo, inicialmente o afinador aparafusa a nova panela à base da *Roller*. No caso desta não encaixar diretamente na *Roller*, o afinador aparafusa a panela ao adaptador e depois este é que aparafusa na base da *Roller*. Para verificar se a panela foi bem encaixada o afinador certifica-se com um nível por cima da panela.

Com a panela já encaixada o afinador coloca uma tabua por cima e um excerto de pasta sobrepondo o calibrador. Seguidamente é carregado o botão de descida da *Roller* até a cabeça ficar junto do calibrador que é posteriormente aparafusado à cabeça da *Roller*. Caso o calibrador não encaixe diretamente à *Roller* é aparafusado um adaptador antes de baixar a cabeça da *Roller*.

Uma vez que os novos acessórios já estão inseridos na *Roller* o afinador retira o excerto de pasta e a tábua. De seguida, carrega no botão de subida da *Roller*, coloca um molde dentro da panela e carrega no botão de descida da *Roller* até junto do molde. Desta forma, a cabeça da *Roller* é afinada em relação à sua inclinação, movimento vertical e horizontal. No caso da *Roller* em questão tiver recuo este também é ajustado. Quanto à presença de robot na *Roller* o afinador necessita de ajustar as suas pinças de modo a agarrarem no molde.

A última fase cabe ao afinador verificar se a afinação foi bem feita, por conseguinte é feita a consulta da ficha técnica mais especificamente a espessura do bordo e da base da peça. Após a consulta é posto um excerto de pasta na panela e é feita a conformação de uma peça no modo manual. De seguida, o afinador corta transversalmente com um x-ato a peça conformada e mede a espessura da peça com uma craveira. Caso não esteja dentro dos parâmetros da ficha técnica, o afinador volta outra vez a afinar a máquina e repete os procedimentos posteriores. Caso a peça esteja conforme, é ajustado o suporte do cortador e consecutivamente o cortador.

Por fim é verificada a peça, caso não conforme o afinador volta a ajustar o suporte do cortador e/ou o cortador. No caso da peça se encontrar dentro dos parâmetros pretendidos o afinador coloca a máquina em modo automático.



Figura 20 - Calibrador



Figura 21 – Panela



Figura 22 - Adaptador

4.3 Análise dos Processos

Nesta etapa pretende-se identificar e analisar os problemas existentes na construção dos modelos *as-is* apresentados anteriormente. Deste modo, recorreu-se à construção de dois diagramas de *Ishikawa* um relativo à variabilidade dos processos produtivos no decorrer do funcionamento normal das máquinas e o outro foca-se na ineficiência durante as mudanças de referência. Com a utilização do diagrama de *Ishikawa* espera-se identificar e entender as causas raiz de cada problema.

4.3.1 Diagrama de *Ishikawa*: Variabilidade nos Processos Produtivos

Através do diagrama apresentado na Figura 23 é possível perceber as causas para o surgimento do problema da variabilidade nos processos produtivos.

Relativamente à categoria alusiva a máquinas, nota-se uma clara dificuldade por parte dos operadores das *Rollers* no manuseamento das máquinas quando ocorre um problema onde as vezes é necessário intervir numa situação simples. Isto acontece uma vez que os botões das máquinas estão identificados em língua estrangeira, inglês, e alguns casos nem identificação têm. Outro caso são as avarias constantes devido à falta de manutenção preventiva.

No que diz respeito à matéria-prima, as paletes de pasta apresentam-se no terreno de forma aleatória, isto advém da falta de um local definido e, portanto, é colocada conforme o operador achar melhor. Em algumas circunstâncias os contentores ficam cheios de aparas e começam a cair no chão, isto acontece visto que, estes contentores não possuem nenhuma marcação visual que delimite a quantidade que pode encher.

Detalhando as causas do fator método, verifica-se que, não existe trabalho padronizado devido à falta de normas. Outro caso, é a falta evidente de gestão visual em algumas tarefas e processos por todo o setor. Em alguns sítios verifica-se a acumulação de peças com defeito no chão de fábrica na zona de acabamento. Esta última acontece, uma vez que o único local disponível são os contentores das aparas, que não estão perto do operador obrigando-o a transportar peças defeituosas só quando tem algum tempo disponível.

No que concerne no fator de medição é de realçar a forma como os registos de produção se apresentam não visíveis nas máquinas quer para operadores como supervisores. Em relação ao fator meio ambiente é importante referir que as paletes dos moldes são colocadas de forma aleatória e a ocupar espaço restringindo a passagem dos *stackers* e de pessoas entre os acessos às máquinas.

Quanto à categoria mão de obra, é notório em algumas situações o esforço físico dos operadores e a desmotivação com que executam determinadas tarefas.

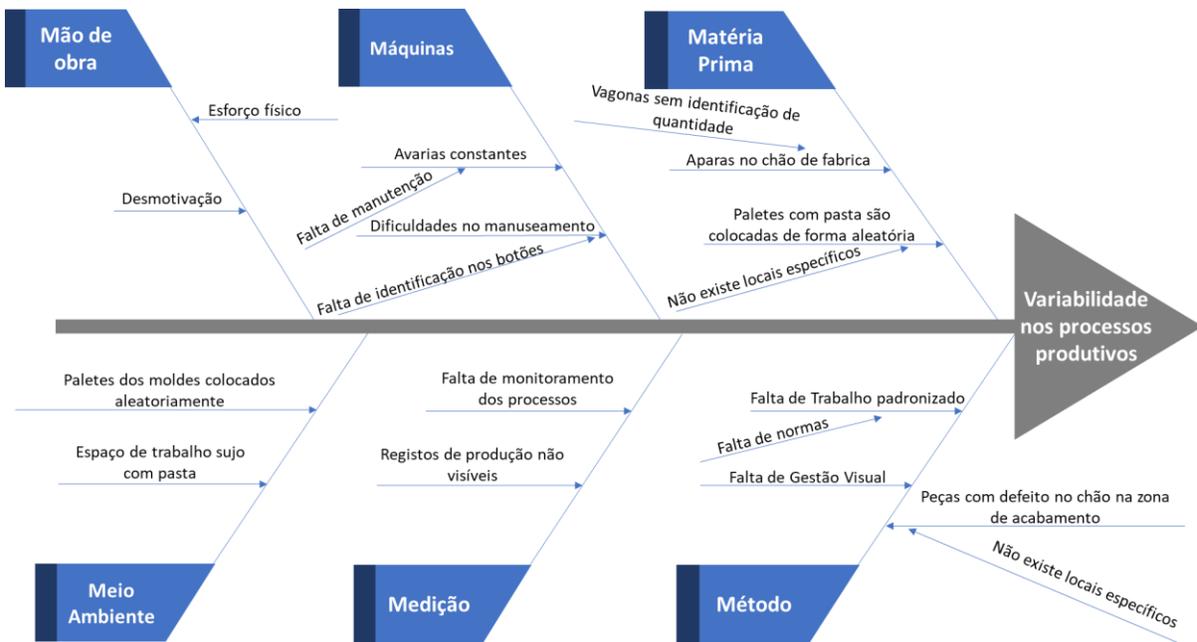


Figura 23 - Diagrama de Ishikawa: Variabilidade nos processos produtivos

4.3.2 Diagrama de Ishikawa: Ineficiência nas Mudanças de Referência

O diagrama da Figura 24 ilustra as causas que representam o problema da ineficiência nas mudanças de referência.

Neste caso é de salientar a categoria método, que é o fator onde se concentra a maior parte das causas do problema apresentado. Aqui destaca-se a dificuldade e demora na procura dos acessórios das máquinas, tal acontece, porque as estantes estão desorganizadas e sem qualquer critério de arrumação. Outra causa é a ineficiência do carro de afinação, onde as ferramentas e parafusos se apresentam arrumados de forma aleatória. Durante as mudanças de referência é possível verificar a variabilidade nas tarefas desempenhadas pelos diferentes afinadores, o que acontece devido à má documentação e formato de consulta das fichas técnicas.

Relativamente, à matéria-prima, os operadores durante a mudança de referência são responsáveis pela remoção dos moldes usados e colocação dos novos nos secadores. Por vezes, acontece que os operadores quando estão a recolher os moldes da máquina para a palete colocam moldes rachados no meio dos outros que depois são arrumados em conjunto nas prateleiras dos moldes. A que diz respeito às paletes com moldes para a produção da nova referência, a maioria dos operadores colocam as paletes à beira do secador, mas no sítio que acham melhor, não existindo um local específico ou alguma marca.

No que concerne, à categoria máquinas é de realçar os problemas durante a afinação dos *robots*, devido ao desgaste que as garras apresentam contribuindo para folgas nos parafusos, que por sua vez, trazem muitos problemas no agarrar das peças perdendo tempo de afinação. Algumas máquinas (*Rollers*) também demonstram algum desgaste e apresentam folgas nas suas peças. Isto acontece, devido à falta de manutenção nestes tipos de componentes.

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

Quanto ao fator mão de obra, algumas tarefas exigem elevado esforço físico, como por exemplo, o transporte à mão de calibradores de grande porte, que pesam cerca de 50 kg, das estantes para o carro de afinação. Outra causa é a falta de experiência por parte de alguns afinadores e a desmotivação de alguns colaboradores.

No que diz respeito ao meio ambiente, alguns acessórios, como não cabem nas prateleiras os afinadores deixam-nos espalhados pelo chão. As ferramentas como não possuem um sítio bem definido estão espalhadas pelos quadros elétricos das máquinas.

Por fim, em relação ao fator medição, não são efetuados nenhuns registos em relação às mudanças de referência, ou seja, não existem dados sobre os tempos que cada afinador demora, nem sobre qual máquina afinou.

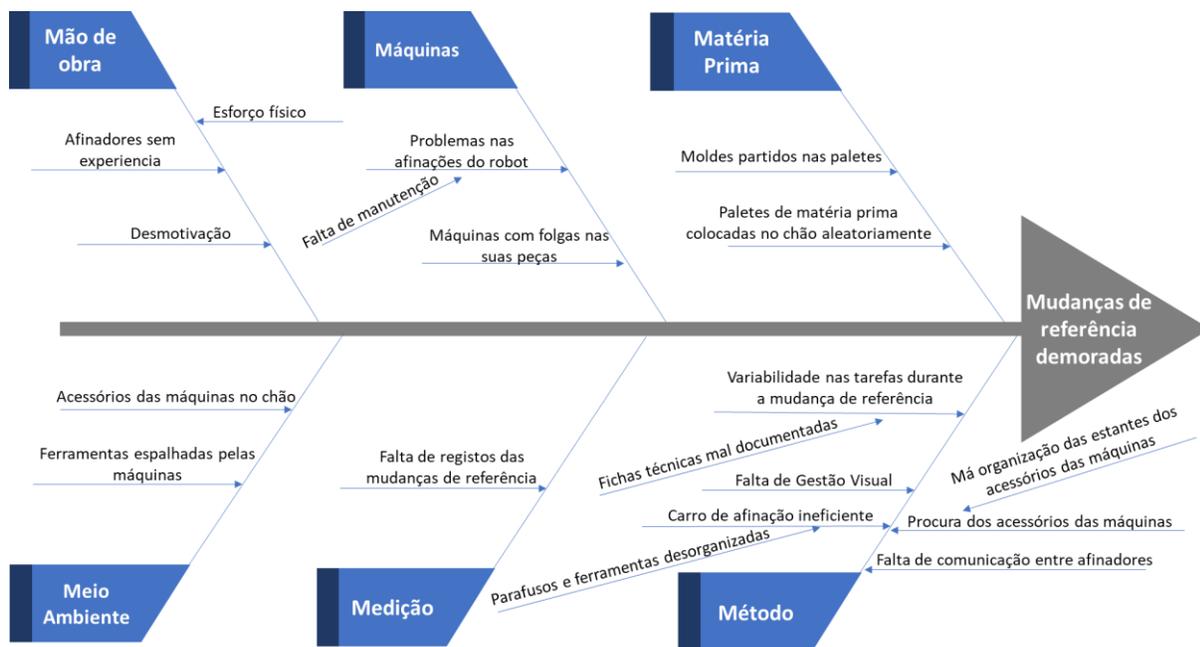


Figura 24 - Diagrama de Ishikawa: Mudanças de referência ineficientes

Nesta fase, foram consideradas todas as causas, acima referidas, no entanto foram escolhidas como área de intervenção apenas as que provocam maior impacto durante as mudanças de referência, acreditando que a diminuição do tempo de *setup*, traga maiores benefícios para a secção da conformação. Assim sendo, determinou-se que os locais a intervir, seriam as estantes dos acessórios das máquinas *Roller* e o carro de afinação.

O próximo capítulo, tem como objetivo apresentar as propostas de melhoria, bem como, as implementações que foram executadas no terreno.

5. Apresentação e Implementação de Propostas de Melhoria

Neste capítulo, são apresentadas propostas de melhoria com o objetivo de reduzir ou eliminar os problemas anteriormente identificados. Ao longo destas propostas, também são descritas as implementações que foram possíveis de executar.

5.1 Proposta de alteração do *layout* das estantes dos acessórios da conformação por *Rollers*

Este projeto, surge com o objetivo de diminuir o número de movimentações e tempo desperdiçado pelos afinadores, durante a procura dos acessórios das *Rollers* quando é iniciada uma mudança de referência. Desta forma, pretende-se diminuir o tempo de *setup* e aumento de produtividade.

De forma a garantir o desenvolvimento deste projeto, inicialmente foi executada uma reunião com o supervisor da área da conformação e com o chefe dos afinadores com o intuito de os informar e envolver sobre o que se pretendia fazer.

Para dar início ao projeto, foi feito o tratamento de dados da produtividade entre o princípio de 2018 e fim de 2020 das máquinas desta secção. Nestes três últimos anos, foram produzidas 553 referências, o que dá um total de 5.557.286 Kg de peças conformadas.

Na tabela 4, é apresentada o número de referências produzidas bem como a quantidade, quilogramas, por cada tipo de peça fabricada (pratos, saladeiras e canecas).

Tabela 4 - Número e quantidade (Kg) de referências produzidas por tipologia

	Pratos	Saladeiras	Canecas	Total
Número de referências produzidas	218	215	120	553
Quantidade produzida (Kg)	2.872.744	1.874.210	810.332	5.557.286

Através deste tratamento de dados, é possível comparar as referências produzidas e os calibradores que foram usados para a sua produção, uma vez que os calibradores têm gravado, por punção na lateral, a referência que produzem. Deste modo, parte-se do princípio de que as estantes dos acessórios apenas devem conter os calibradores que produziram as referências nestes últimos três anos, descartando aqueles que não foram usados. Os que estão em desuso devem ser retirados e colocados noutra local deixando espaço livre para os que são realmente utilizados.

5.1.1 Recolha de informação e análise dos acessórios que estão no terreno

Nesta fase, foram recolhidas todas as informações dos acessórios que estavam no terreno em cada estante. Em relação aos calibradores foram registadas respetivamente, a referência, o diâmetro da base e a altura.

No que se refere às painéis, devido à pouca quantidade, estas não se encontravam marcadas e, portanto, não estavam identificadas. Deste modo, foi necessário estipular em reunião com o

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

supervisor e com o diretor de produção, uma nomenclatura para cada panela, P “número”, como por exemplo, P1, P2, ..., P37. De seguida, estas foram identificadas com marcador permanente à medida que se iam retirar as medidas do diâmetro da base, topo e do extrator, altura, quantidade de parafusos usados, o tipo de parafuso e tipologia associada, tal como retrata o **anexo 8**.

Quanto aos adaptadores, nenhum tinha identificação, no entanto, ficou estipulado em reunião que seriam identificados do mesmo gênero que as painelas só que seria usada a letra A, ou seja, A1, A2, ..., A35. Seguidamente, foram identificados no terreno, registando o diâmetro de cada um (**anexo 9**).

A tabela 5, mostra em detalhe a quantidade de acessórios (calibradores, painelas e adaptadores) que estavam nas estantes por tipo de calibrador (pratos, saladeiras e canecas).

Tabela 5 - Quantidade de acessórios por tipologia

		Tipologia				Total
		Pratos	Saladeiras	Canecas	Sem Ref.	
Acessórios	Calibradores	223	222	190	34	669
	Painelas	7	10	20	-	37
	Adaptadores	10	15	10	-	35

Através da tabela acima, verificou-se um total de 669 calibradores no terreno, dos quais 223 são para produção de pratos, 222 para saladeiras, 190 para canecas e 34 não possuem nenhuma referência associada. Em relação às painelas existem no total 37, cujo 7 são para produção de pratos, 10 para saladeiras e 20 para canecas. Por fim, foram registados 35 adaptadores, 10 para produção de pratos, 15 para saladeiras e 10 para canecas.

Partindo do princípio de que existem calibradores inutilizados, ao contrário das painelas e adaptadores, foi necessário recorrer aos dados da produtividade de referências produzidas na secção da conformação por *Rollers*. Uma vez que, a partir desses dados, foi possível comparar a quantidade de calibradores que produziram entre 2018 e 2020 com os calibradores que estavam alojados nas estantes, como mostra na tabela seguinte.

Tabela 6 - Comparação entre a quantidade de calibradores que produziram entre 2018 e 2020 com os alojados nas estantes

Quantidade de calibradores que produziram entre 2018 e 2020	553
Quantidade de calibradores alojados nas estantes	669

Na tabela 6, verifica-se que as estantes tinham 21% (116) calibradores a mais em relação àqueles que efetivamente foram utilizados para produzir entre 2018 e 2020.

De seguida, foi feita a classificação dos calibradores alojados nas estantes, entre os calibradores que produziram referências daqueles que não produziram e sem referência, nestes últimos três anos, por tipo de calibrador. A tabela seguinte, tabela 7, mostra em detalhe essas quantidades.

Tabela 7 – Comparação entre a quantidade de calibradores alojados nas estantes que produziram, não produziram e sem referência por tipo de calibrador

	Tipo de calibrador			Total
	Pratos	Saladeiras	Canecas	
Qtd. de calibradores que produziram em 2018 a 2020	160	157	92	409
Qtd. de calibradores que não produziram em 2018 a 2020	63	65	98	226
Qtd. de calibradores sem ref.	-	-	-	34
Total	223	222	190	669

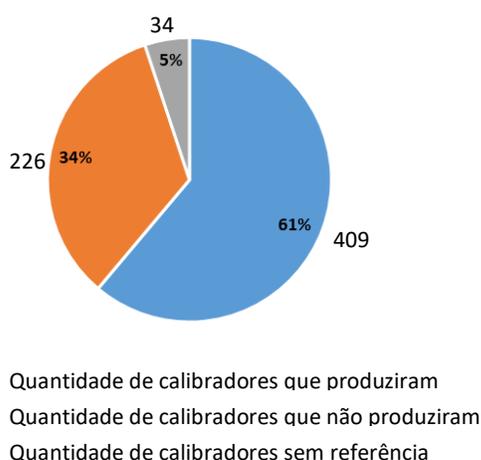


Figura 25 - Relação entre a quantidade de calibradores utilizados, não utilizados e sem referência entre 2018 e 2020

Através da Figura 25, podemos verificar que dos 669 calibradores que estão no terreno, 61% produziram peças, ou seja, 409 calibradores foram efetivamente utilizados nestes últimos três anos. No entanto, 34% dos calibradores não foram utilizados, o que dá um total de 226 calibradores que estão por acréscimo nas estantes. A restante percentagem, 5%, corresponde aos calibradores sem referência associada, apenas com a designação de ensaio.

Desta forma, foi possível identificar 409 calibradores dos 553 que foram utilizados entre 2018 e 2020, faltando 144 por identificar, correspondendo a 26%. De maneira a perceber se estes calibradores em falta são importantes, foi calculada a quantidade (Kg) que esses calibradores produziram.

Tabela 8 - Percentagem de produtividade dos calibradores não identificados nas estantes

Total produzido pelos 144 calibradores que não foram identificados entre 2018 e 2020 (Kg)	111.809
Total produzido pelos 553 calibradores entre 2018 e 2020 (Kg)	5.557.286
Percentagem correspondente dos 144 calibradores não identificados	2%

A tabela 8, vem comprovar que os 144 calibradores que não foram identificados apenas representam 2% da produção total, ou seja, não são calibradores com grandes utilizações,

representando produções de encomendas pequenas. Em alguns casos, essas referências não voltaram a ser produzidas e nessas situações os calibradores voltam a ser reutilizados para outras.

No entanto, durante a projeção dos novos *layouts* das estantes será tido em conta estes 144 calibradores, deixando espaço livre, numa eventual identificação no terreno.

No caso, dos calibradores sem referência associada, apenas com a designação de ensaio, apenas servem para amostras, só depois com a aprovação do cliente é que passam para produção. Em alguns casos, estes calibradores não são aprovados pelo cliente e acabaram por ser deixados nas estantes.

Se as amostras passarem para produção os afinadores estão responsáveis por registar a referência, por punção, no calibrador. No entanto, foi apurado que alguns calibradores que são utilizados para produção, não chegaram a ser marcados pelos afinadores. Nestas circunstâncias, sempre que o afinador necessita desses calibradores chama pelo responsável dos moldes para os identificar.

5.1.2 *Layout* inicial das estantes dos acessórios das *Rollers*

O setor da conformação por *Rollers*, Figura 26, apresentava nove estantes distribuídas pela secção ao longo do corredor central. Estas estantes encontravam-se desorganizadas, com os acessórios (painéis, calibradores e adaptadores) todos misturados entre as estantes e sem qualquer identificação.

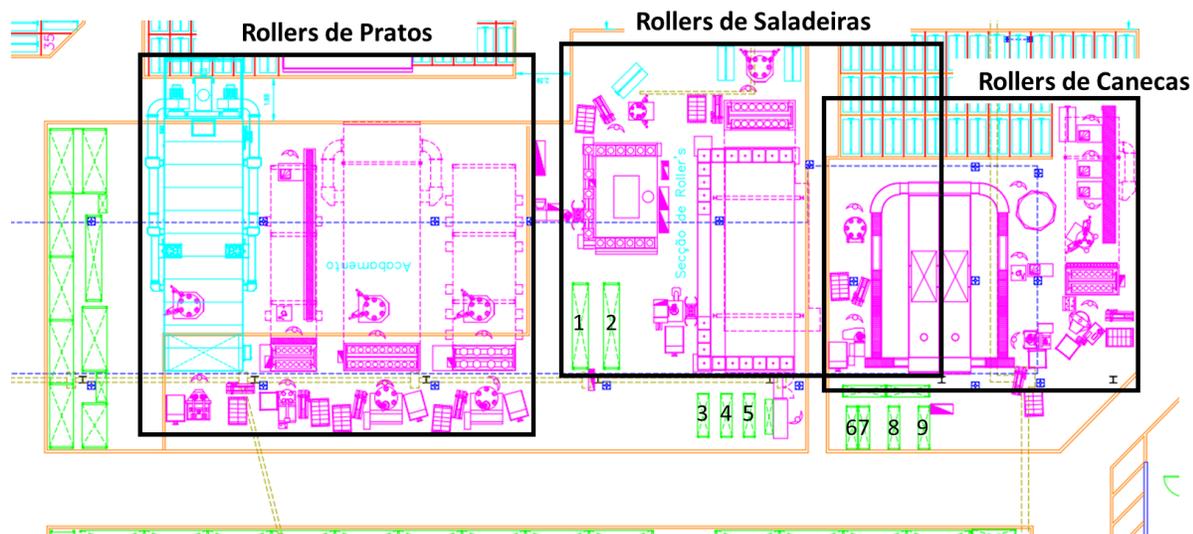


Figura 26 – *Layout* inicial das estantes dos acessórios da secção da conformação por Rollers

Pela observação das estantes foram identificados os problemas que resultavam na desorganização e falta de classificação dos acessórios, proporcionando o mau funcionamento nas tarefas de mudança de referência neste setor.

Estante 1 e 2 (Figuras 27 e 28):

- Encontravam-se armazenados os calibradores das *Rollers* de pratos e saladeiras todos juntos. Alguns destes já não eram utilizados á cerca de três anos.

- Algumas ripas de madeira que serviam para suportar os calibradores estavam partidas, trazendo problemas a níveis de segurança.
- As panelas estavam armazenadas de forma aleatória e misturadas por tipo de produto (pratos, saladeiras e canecas) na prateleira mais baixa da estante 1. Algumas panelas, como o caso das maiores, encontravam-se no chão.



Figura 27 – Estado inicial da estante 1



Figura 28 – Estado inicial da estante 1 e 2

Estante 3 (Figuras 29 e 30):

- A maioria dos calibradores que estavam nesta estante não eram usados a mais de 3 anos.
- Nesta estante eram colocados calibradores para retificação. Os que eram para retificar, os afinadores identificavam-nos com um papel escrito à mão colado com fita cola.



Figura 29 – Estado inicial da estante 3



Figura 30 – Pedido de retificação de um calibrador

Estante 4 e 5 (Figuras 31 e 32):

- A estante 4 apresentava na sua maioria calibradores de canecas. Alguns destes não tinham referência associada, ou seja, eram apenas para amostra, estando misturados com os calibradores com referência.
- A estante 5 armazenava todos os adaptadores (pratos, saladeira e canecas).



Figura 31 – Estado inicial da estante 4



Figura 32 – Estado inicial da estante 5

Estante 6,7,8 e 9 (Figura 33):

- Armazenavam calibradores de pratos, saladeiras e canecas todos misturados.
- A maior parte dos calibradores eram antigos.
- Neste caso, costumavam ficar à frente das estantes, paletes com moldes, impedindo o acesso pelo corredor central.



Figura 33 - Estado inicial das estantes 6,7,8 e 9

Posto isto, destaca-se o estado de desorganização e falta de aproveitamento do espaço das estantes, assim sendo é necessário proceder à alteração da disposição dos acessórios que as constituem. Deste modo, inicialmente serão retirados os acessórios que não são utilizados e os restantes serão distribuídos pelas estantes consoante determinados parâmetros.

5.1.4 Proposta do novo *layout* para as estantes dos acessórios das Rollers

Nesta fase, foi realizada uma proposta de alteração do *layout* das estantes e apresentação posterior aos supervisores e ao diretor de produção. Antes de começar a desenhar a reorganização das estantes e a localização dos acessórios, foi necessário definir alguns parâmetros, de maneira a certificar que a alteração futura seria a mais eficiente.

Assim sendo, a organização passa por:

- Estantes divididas por tipo de produto (Pratos, Saladeiras e Canecas), de modo a agregar todos os acessórios correspondentes a cada tipologia, ou seja, todos os calibradores, painéis e adaptadores respetivos aos pratos, saladeiras e canecas ficariam agrupados em estantes diferentes. Com esta alteração, espera-se uma procura dos acessórios mais rápida por parte dos afinadores e eliminação de deslocações entre estantes.
- Após a divisão dos acessórios por tipologia, o objetivo passa por colocar as estantes o mais perto possível das máquinas que produzem esse tipo de peça. Portanto, as estantes com acessórios para pratos ficariam mais perto das *Rollers* de pratos, e assim respetivamente. Com isto, pretende-se diminuir o tempo de *setup*, reduzindo o tempo de deslocações entre as estantes e as máquinas *Rollers*.

Relativamente à composição de cada estante, foram estipulados os seguintes parâmetros:

- Na parte inferior das estantes ficam as painéis, devido ao peso e altura.
- Ao longo das prateleiras, os calibradores ficam organizados por ordem alfabética.
- No que diz respeito, aos calibradores de pratos, como a altura é praticamente igual entre eles, medindo entre 5 e 8cm, é possível organizá-los de maneira que os calibradores com maior diâmetro fiquem em posições mais baixas e os com menor, nas mais acima. Estabelecendo a seguinte ordenação:
 - 1ª e 2ª prateleira: Calibradores de pratos com mais de 34 cm de diâmetro;
 - 3ª prateleira: Calibradores de pratos entre 30 e 34 cm de diâmetro;
 - 4ª prateleira: Calibradores de pratos entre 20 e 30 cm de diâmetro;
 - 5ª e 6ª prateleira: Calibradores de pratos com menos de 20 cm de diâmetro.
- Já os calibradores de saladeiras e canecas para além do diâmetro é preciso ter em atenção a altura, porque para além do peso é necessário que caibam na prateleira. As saladeiras podem variar entre 15 e 33 cm e as canecas entre 10 e 20 cm de altura. Neste caso, para além do peso, ter-se-á em conta a altura de cada calibrador, evitando-se mexer nas alturas das estantes.
- Em relação aos adaptadores, apenas são considerados o diâmetro de cada um. Os de pratos variam entre 34 e 37cm, os de saladeiras entre 21 e 26cm e o de canecas entre 10 e 16cm. Os adaptadores ficaram colocados na estante correspondente ao seu tipo, na mesma prateleira das painéis.

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

Com a nova organização das estantes, expecta-se uma diminuição do tempo de *setup*, um aumento a nível de segurança na arrumação dos acessórios e uma diminuição do esforço físico por parte dos afinadores.

Desta forma, foi desenhada a organização dos acessórios pelas estantes de acordo com os critérios anteriormente estipulados. Para além disso, foi tido em conta, a necessidade de deixar espaços disponíveis nas estantes, salvaguardando um lugar para calibradores que possam vir a ser identificados na fase de implementação.

➤ **Estante 1** – Figuras 34 e 35

Acessórios a organizar: Painéis de pratos e Saladeiras; Calibradores de pratos e Adaptadores de pratos e Saladeiras.

Material a adquirir e alteração necessária à estante:

- Troca das barras por paletes na prateleira mais baixa. Desta maneira, permite ganhar 15cm de altura ficando com 55cm disponíveis, capaz de armazenar todas as painéis.
- Aquisição de 10 tábuas de madeira (1,78cm x 0,73cm x 0,02cm) e posterior colocação por cima das ripas de madeira de cada prateleira, para oferecer maior robustez.
- Estrutura de metal 40cm x 67cm x 70cm com 7 prateleiras para organização das painéis dos pratos.

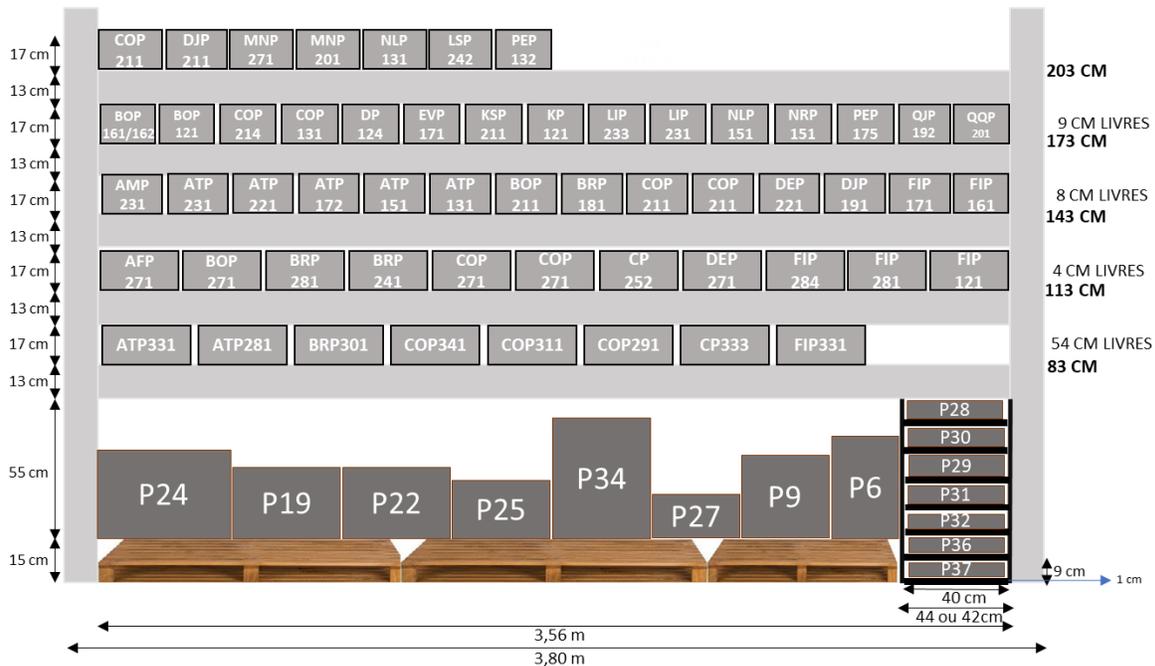


Figura 34 – Desenho do novo *layout* da estante 1 do lado direito

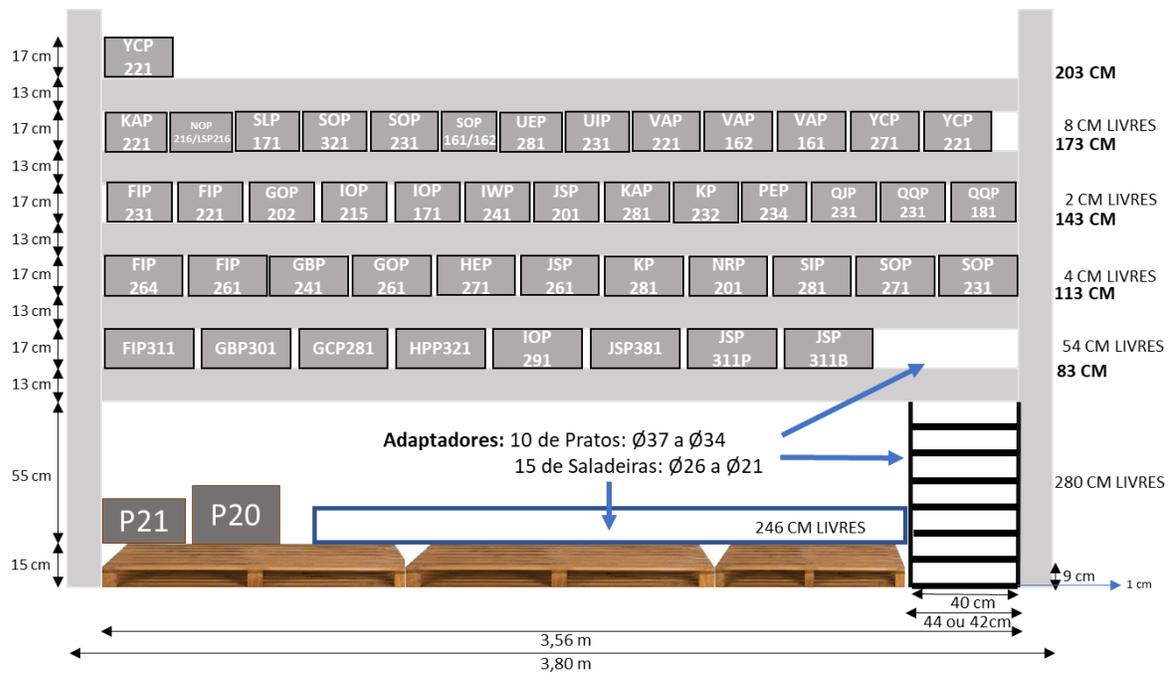


Figura 35 – Desenho do novo layout da estante 1 do lado esquerdo

➤ **Estante 2 – Figuras 36 e 37**

Acessórios a organizar: Lado direito apenas para calibradores de pratos e o lado esquerdo apenas para calibradores de Saladeiras.

Material a adquirir e alteração necessária à estante: Aquisição de 10 tábuas de madeira (1,78cm x 0,73cm x 0,02cm) e posterior colocação por cima das ripas de madeira de cada prateleira, para oferecer maior robustez.

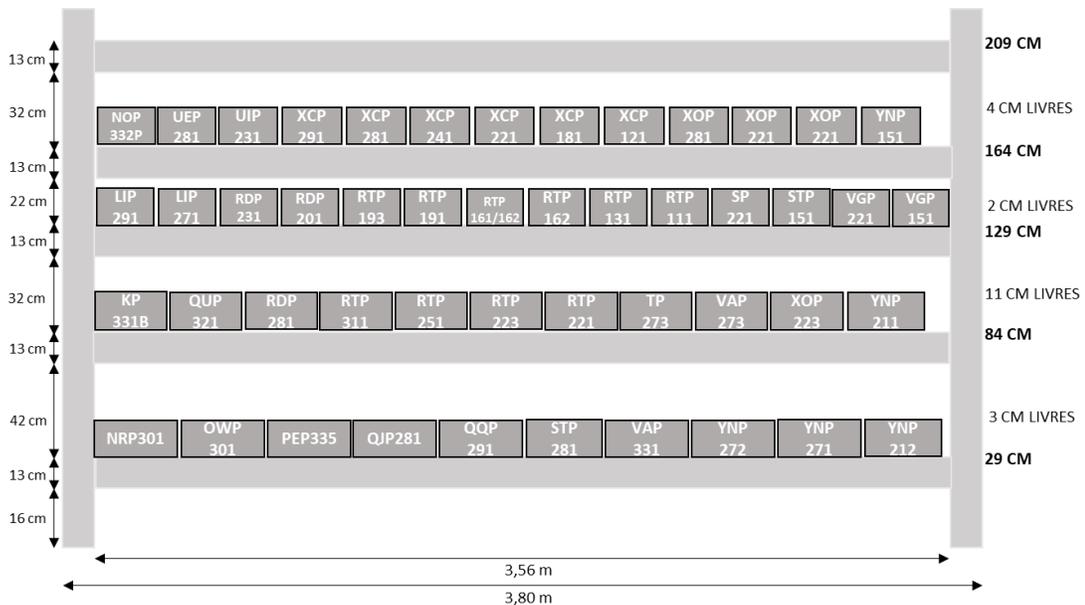


Figura 36 – Desenho do novo layout da estante 2 do lado direito

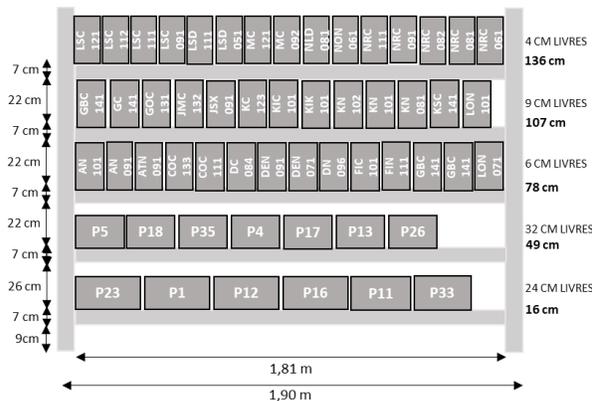


Figura 40– Desenho do novo layout da estante 4 do lado direito

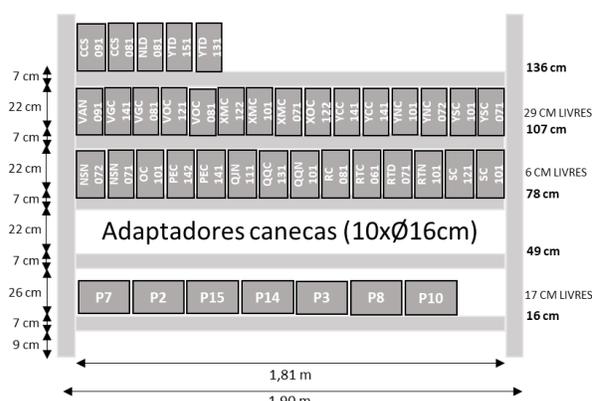


Figura 41– Desenho do novo layout da estante 4 do lado esquerdo

➤ **Estante de Amostras e Retificação – Figuras 42 e 43**

Esta estante tem como propósito organizar os calibradores de amostras e os de retificação. A estante ficaria dividida em dois lados, o lado direito que seria apenas para os calibradores de produção de amostras e o lado esquerdo para calibradores que necessitam de retificação.

Do lado dos calibradores para amostras, Figura 42, a estante ficaria dividida em três partes, uma reservada aos calibradores para produção de novas amostras, a azul, outra para calibradores que já foram usados para produção de algumas peças (amostras), mas que esperam por aprovação, a amarelo. O outro local, a vermelho, é para colocação dos calibradores em caso de rejeição das peças que produziu.

No caso de serem aprovados, os calibradores devem ser marcados, por punção, com a referência produtiva e colocados na estante dos acessórios que lhe corresponde.



Figura 42 – Desenho do novo layout para a estante de Amostras e Retificação do lado direito

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

Em relação ao outro lado da estante, dedicada a calibradores para retificação, Figura 43, ficaria a estante dividida a meio, um lado para acessórios que necessitam de retificação e outro para os que já foram retificados.

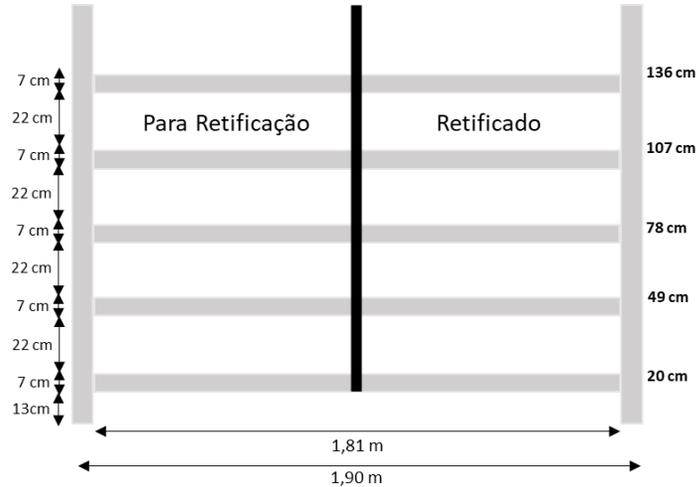


Figura 43 – Desenho do novo layout para a estante de Amostras e Retificação do lado direito

A fim de, alojar todos os acessórios usados entre 2018 e 2020, que se apresentavam no terreno, pelos critérios inicialmente definidos, foi possível chegar à alteração do Layout seguinte, Figura 44.

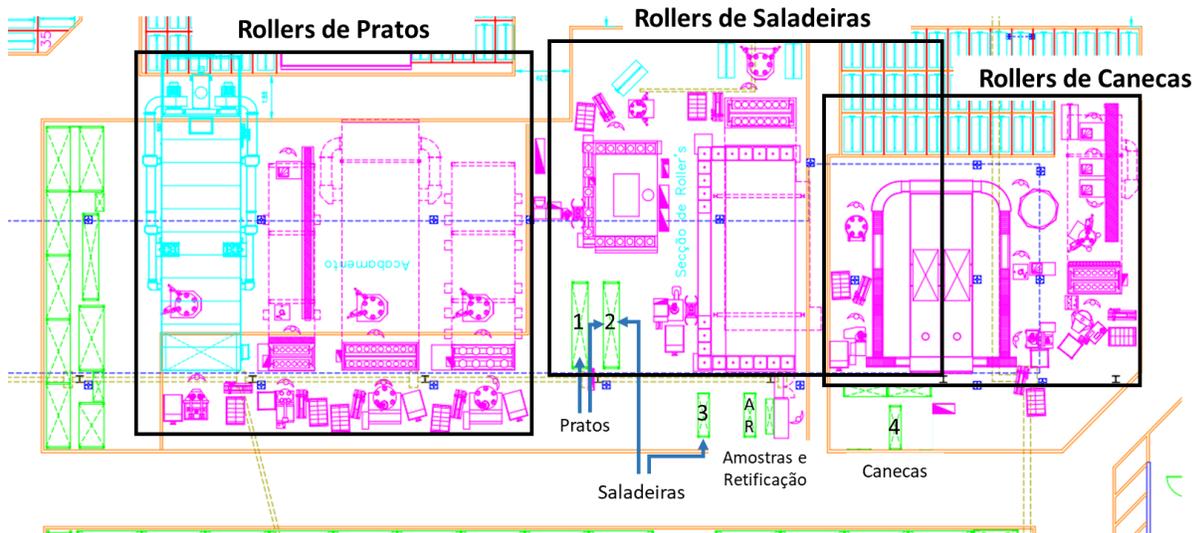


Figura 44 - Proposta do novo layout das estantes dos acessórios da secção da conformação por Rollers

Como se verifica na Figura 44, através da implementação da proposta apresentada, é possível reduzir o número de estantes no terreno, passando de nove para apenas cinco. Cada estante fica classificada por tipo de acessório e localizada perto das máquinas que mais produz essa tipologia de peça.

A eliminação de estantes permite libertar o espaço do chão de fábrica, passando de uma área ocupada pelas nove estantes de 13,68 m² para 9,12 m², pelas cinco estantes. Esta alteração representa uma redução de 4,56 m², ou seja, uma diminuição de 30% de espaço ocupado pelas estantes a retirar.

5.1.5 Controlo do stock dos acessórios

Contudo, é necessário estabelecer *standards*, através da documentação e controlo das localizações dos acessórios nas respetivas estantes.

Inicialmente foi pensado um sistema *kanban*, no entanto, esse sistema acarreta alguns problemas. Primeiro, porque se trata de uma quantidade muito grande de acessórios e cada estante armazena diferentes quantidades, pondo em causa a organização dos cartões e a estruturação do sistema no terreno. Outro problema, seria a falta de flexibilidade do sistema, uma vez que haverá sempre a inserção de novos calibradores e remoção dos que deixam de produzir no período de três anos.

Posto isto, chegou-se à conclusão que o sistema mais adequado seria o sistema de *picking* para o controlo do armazenamento dos acessórios da conformação. A empresa já possui um sistema semelhante na secção da logística, onde o operador passa o código de barras da encomenda e de seguida da prateleira, ficando registado no sistema a referência da encomenda, o cliente, o dia, hora e a localização.

No setor da conformação o que se pretende é parecido ao sistema de *picking* da logística. No entanto, neste caso, o operador antes de retirar o acessório que pretende da estante teria que ler o código de barras gravado através de um terminal. Após utilização do acessório, o operador ao colocar na estante, teria que ler o código de barras marcado neste e o código situado na prateleira.

Este sistema, para além do registo da localização, também poderá fornecer informações acerca do tempo de utilização de cada um, podendo estabelecer no futuro uma utilização máxima até à notificação de retificação.

Em relação à estante de amostras e retificação, como são poucos calibradores, foi proposto um sistema *kanban*. No que diz respeito, às prateleiras dos calibradores de produção de amostras, foi pensado um sistema de gestão visual, com o propósito de, auxiliar na organização dos calibradores, bem como o planeamento da produção das amostras por parte do chefe dos afinadores. Assim sendo, foi proposto a colocação de um quadro A2, no topo da estante, como representa a Figura 45.

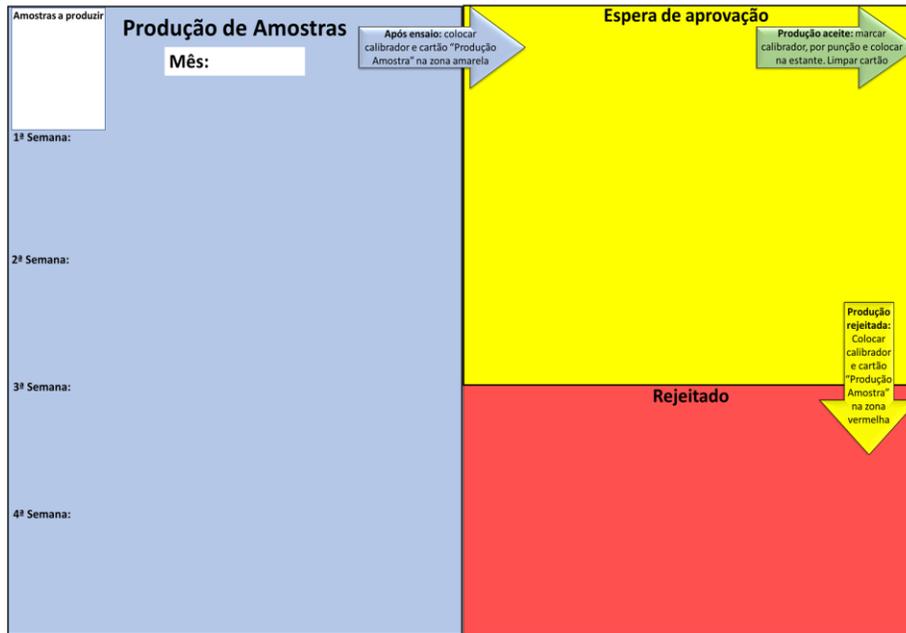


Figura 45 – Quadro A2 representativo para controle dos calibradores de amostras

O quadro representado na Figura 45, funcionaria da seguinte maneira:

- 1) O responsável das amostras preenche o *kanban* “Produção Amostras”, Figura 46, a data do pedido e a referência de ensaio. Por fim, coloca o *kanban* no local “Amostras a produzir”.

Grestel	
Produção Amostras	
Data de pedido (dd/mm/aaaa):	
Ref. de ensaio:	
Data de ensaio (dd/mm/aaaa):	

Figura 46 – Kanban de produção de amostras

- 2) O chefe dos afinadores, deve priorizar essas amostras por semanas, conforme a data de pedido, colocando os *kanbans* na zona azul na semana que pretende conformar as amostras.
- 3) Após execução das amostras, o afinador preenche a data de ensaio e coloca o calibrador na estante e respectivo *kanban* na zona amarela “Espera de aprovação”.
 - I. No caso de aprovação da amostra para produção, o calibrador deve ser marcado, por punção, com a referência que lhe foi atribuída. De seguida,

coloca o calibrador na respetiva estante de acessórios. Por fim, limpa o kanban para futura utilização.

- II. No caso de rejeição da amostra para produção, o calibrador deve ser colocado na zona vermelha.

No que se refere, aos acessórios destinados para retificação, no topo da estante ficaria afixado um quadro, tal como é apresentado na Figura 47.

Pedidos de retificação	Em retificação	Retificação efetuada

Figura 47 – Quadro representativo para controlo de acessórios para retificação

O quadro exibido na Figura 47, tem como objetivo, coordenar e comunicar os pedidos de retificação feitos pelos afinadores ao responsável pela secção dos moldes, designado para a manutenção dos acessórios da conformação. Posto isto, o quadro apresentado anteriormente, irá funcionar conforme o seguinte modo:

- 1) O afinador recolhe o acessório e coloca-o na estante de retificação na zona “para retificação”.
- 2) O afinador preenche o *kanban* “Pedido de retificação”, Figura 48, colocando a data de retificação e a referência do acessório. Após preenchimento coloca-o no quadro na zona “Pedidos de retificação”.

Grestel Pedido de Retificação	
Data de pedido de retificação (dd/mm/aaaa):	
Ref. do acessório:	
Data da retificação (dd/mm/aaaa):	

Figura 48 – Kanban de pedido de retificação

- 3) O responsável da secção dos moldes, verifica a referência do acessório, leva o calibrador para retificar e coloca o *kanban* na zona “Em retificação”.
- 4) Após retificação, o responsável da manutenção dos acessórios, coloca o acessório na zona de “retificação efetuada”. Por último, preenche o *kanban*, com a data de retificação e coloca-o na zona de “retificação efetuada”.
- 5) Por fim, o afinador retira o acessório da estante das retificações e coloca-o na estante de acessórios respetiva. No final, o afinador limpa o *kanban* para uso futuro.

5.1.5 Melhoria esperada

Nesta fase, pretende-se analisar os benefícios do *Layout* proposto em relação ao inicial durante as mudanças de referência, bem como, as vantagens que esta alteração traz para o setor da conformação. Deste modo, foi utilizado o diagrama de *spaghetti*, esta ferramenta permite traçar as rotas e movimentações que os afinadores fazem na recolha e colocação dos acessórios que necessitam das estantes, antes e depois da mudança de referência.

Tendo em conta este cenário, por conseguinte, foram estipulados dois percursos diferentes, o mais longo e o mais curto que cada afinador pode executar com o *Layout* inicial, antes e depois da mudança de referência. Nestas duas hipóteses, foram consideradas mudanças que exigiriam trocas de calibradores, adaptadores e painéis. Isto significa que, o afinador precisa de recolher um acessório de cada tipo, antes do *setup* e no fim deste, onde terá que colocar os acessórios que estavam a ser usados na máquina nas respetivas estantes. Ao longo das movimentações o afinador necessita de deslocar consigo o carro de afinação para transportar os acessórios.

Em relação ao percurso mais longo, considerou-se a mudança de referência da *Roller* de canecas (R209) e como percurso mais curto a mudança de referência na *Roller* de pratos, mais concretamente, a *Roller* 205.

Diagrama de *Spaghetti* do percurso mais longo:

Nas Figuras 49 e 50, estão apresentados os diagramas de *Spaghetti* referentes à mudança de referência da *Roller* de canecas (R209).

A Figura 49, refere-se ao percurso que os afinadores precisam de percorrer com o *layout* inicial.

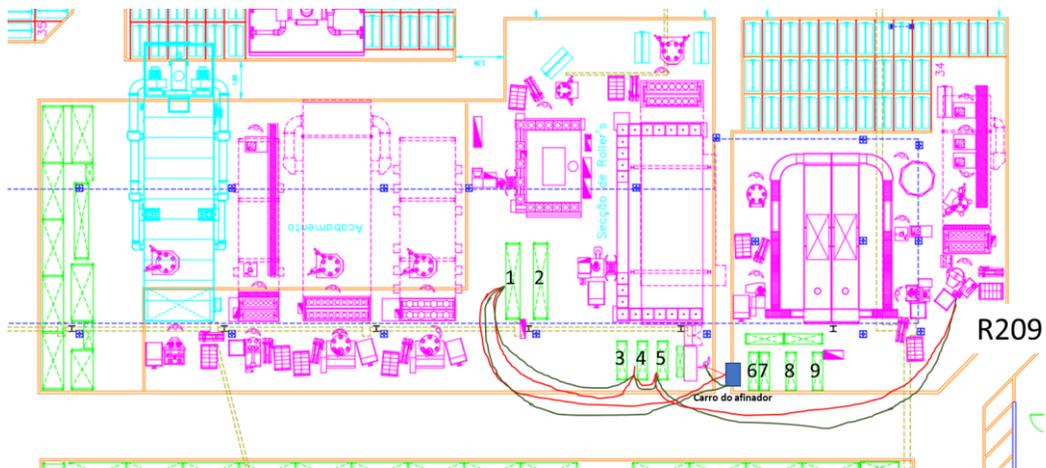


Figura 49 – Diagrama de *Spaghetti* do layout inicial pelo percurso mais longo

Neste caso, o afinador tem que passar por 3 estantes antes e depois de se deslocar à *Roller* 209. O trajeto vermelho indica que, o afinador, transporta o carro de afinação, primeiro pela estante 1 onde vai buscar a panela, depois pela estante 4 onde recolhe o calibrador e por fim pela estante 5 onde escolhe o adaptador e depois dirige-se à máquina. Terminada a mudança de referência, o afinador volta a repetir o mesmo percurso, mas no sentido inverso, destacando-se a trajetória a verde. Nesta situação, o afinador começa por arrumar o adaptador, o calibrador e por fim a panela, nas respetivas estantes.

Após termino destas tarefas de recolha e colocação dos acessórios, o afinador acaba por percorrer 120 metros, que corresponde a 3 minutos e 10 segundos em deslocações.

A Figura 50, representa o digrama de *spaghetti* correspondente ao layout proposto.

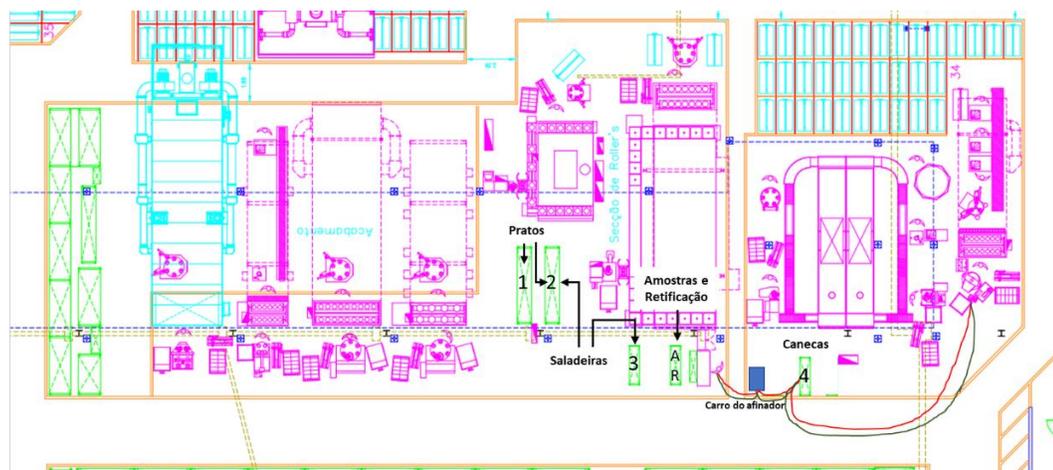


Figura 50 – Diagrama de *Spaghetti* do layout proposto pelo percurso mais longo

Com a alteração da organização das estantes, podemos observar na Figura 50, pela rota a vermelho, que o afinador antes de se dirigir à *Roller*, apenas necessita de transportar o carro de afinação a uma estante, recolhendo todos os acessórios (panela, calibrador e adaptador) que necessita.

A trajetória a verde, realça o movimento que o afinador faz após a troca de referência da *Roller*, este trajeto é igual ao anterior, mas no sentido contrário, passando apenas pela estante 4.

Pelo percurso apresentado na Figura 51, o afinador apenas percorre 58 metros em 1 minuto e 30 segundos. Desta forma, obtém-se uma diminuição de 50% na distância percorrida e tempo em relação ao *layout* inicial.

Diagrama de *Spaghetti* do percurso mais curto:

De forma a comprovar os dados anteriormente apresentados, as Figuras 51 e 52 evidenciam os diagramas de *Spaghetti*, referentes ao percurso mais curto que o afinador pode fazer numa mudança de referência, mais precisamente, a *Roller* de pratos (R205).



Figura 51 – Diagrama de *Spaghetti* do *layout* inicial pelo percurso mais curto

Relativamente à situação exposta na Figura 51, verificamos que o afinador necessita de se deslocar por 2 estantes antes e depois de se dirigir à máquina para efetuar a mudança de referência. Como evidencia a trajetória a vermelho, primeiro o afinador transporta o carro de afinação até à estante 1 onde recolhe a panela e o calibrador e depois vai à estante 5 para escolher o adaptador e de seguida desloca-se para a *Roller* 205. Terminada a mudança de referência, o afinador volta a repetir o mesmo caminho, mas em sentido inverso, como revela a trajetória a verde.

No total, o afinador acaba por percorrer 87 metros demorando 2 minutos e 20 segundos em deslocações.

A Figura 52, permite observar a mesma mudança de referência exposta na Figura 51, mas no paradigma proposto pela alteração do *Layout* das estantes.

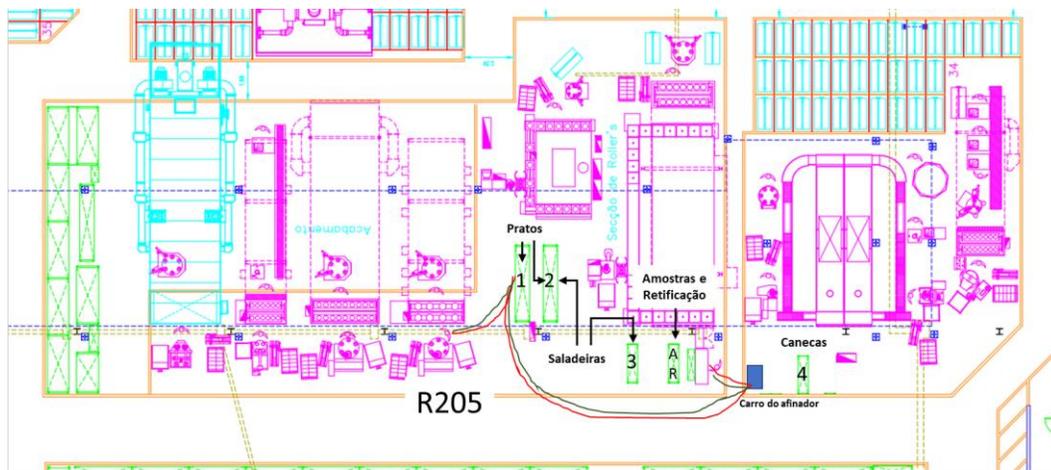


Figura 52 – Diagrama de *Spaghetti* do layout inicial pelo percurso mais curto

Como podemos verificar na Figura 52, pela trajetória a vermelho, o afinador apenas necessita de se deslocar a uma única estante, a estante 1, onde é capaz de recolher todos os acessórios que necessita, deslocando-se depois para a máquina. Terminado o *setup*, o afinador volta a percorrer o mesmo caminho, mas em sentido contrário, como representa a linha traçada a verde.

Neste caso com a alteração de *layout*, o afinador percorre apenas 56 metros num 1 minuto e 25 segundos, o que corresponde a uma diminuição de 36% em relação ao anterior.

Em suma, com a proposta de alteração do *Layout* das estantes, os afinadores deixam de se deslocar entre estantes, deslocando-se apenas a uma para recolha e colocação dos acessórios. Deste modo, espera-se uma diminuição, em média, de 1 minuto e 20 segundos do tempo percorrido pelos afinadores em recolhas e colocação dos acessórios nas estantes, sempre que executam uma mudança de referência. Geralmente, ao longo do dia é mudado 3 vezes a referência de uma *Roller*, o que dá um total de 3 minutos e 40 segundos. Se multiplicamos este valor pelas 9 *Rollers* durante um ano de trabalho de 250 dias de trabalho, obtemos um total de 62 horas e 30 minutos desperdiçados em movimentações.

No entanto, estima-se que este valor anual, possa ser bem maior, pois nos dados anteriores não foram acautelados os tempos que os afinadores, por vezes, perdem na procura dos acessórios que necessitam, visto que nem sempre colocam o acessório no mesmo local que retiraram. Tudo isto, faz com que tenham que percorrer todas as estantes até o encontrarem, desperdiçando muito mais tempo para além daquele que se estimou.

5.1.6 Implementação da proposta

Nesta etapa, pretende-se implementar as propostas que foram apresentadas, no entanto houve alguns problemas, devido a atrasos no fornecedor das tábuas, ficando por terminar a implementação. Contudo, foi implementado os 5S's nas duas primeiras estantes, referentes aos calibradores de pratos e saladeiras.

Inicialmente, foram retirados todos os acessórios que estavam nas estantes e colocados numa palete. De seguida, todos os calibradores das paletes foram marcados com a respetiva referência. Em

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

relação aos que não produziram nestes últimos três anos, foram marcados com marcador vermelho com um R, como está representado na Figura 53.



Figura 53 – Marcação e identificação dos calibradores

De seguida, aplicou-se as tábuas em cada prateleira parafusando-as às ripas de madeira já existentes. Por último, foram colocados os calibradores no sítio respetivo, tal como, indicado nos *layouts* desenhados para cada estante. Conforme a colocação dos acessórios, foram marcadas as referências de cada um na barra da prateleira.

Contudo, após conclusão da primeira estante, os afinadores começaram a ter dificuldade a encontrar o calibrador que desejavam. Para tal, criou-se um documento Excel com a lista das referências dos calibradores, por ordem alfabética, respetiva a cada estante e prateleira, com um sistema de coordenadas, onde foi atribuído um número a cada estante e uma letra a cada prateleira. Como podemos verificar na Figura 54, o documento foi impresso e colocado no topo das duas estantes, para facilitar a consulta dos calibradores por parte dos afinadores.

A photograph of a printed Excel spreadsheet attached to a metal shelf. The spreadsheet lists calibration rings with columns for 'Código', 'Designação', 'Lubrificação', 'Prata', and 'Lubrificação Prata'. The data is organized in a grid format, with rows and columns corresponding to the shelf and tray locations.

Código	Designação	Lubrificação	Prata	Lubrificação Prata
01010				
01011	1,8	01010		
01012	1,9	01010		
01013	2,0	01010		
01014	2,1	01010		
01015	2,2	01010		
01016	2,3	01010		
01017	2,4	01010		
01018	2,5	01010		
01019	2,6	01010		
01020	2,7	01010		
01021	2,8	01010		
01022	2,9	01010		
01023	3,0	01010		
01024	3,1	01010		
01025	3,2	01010		
01026	3,3	01010		
01027	3,4	01010		
01028	3,5	01010		
01029	3,6	01010		
01030	3,7	01010		
01031	3,8	01010		
01032	3,9	01010		
01033	4,0	01010		
01034	4,1	01010		
01035	4,2	01010		
01036	4,3	01010		
01037	4,4	01010		
01038	4,5	01010		
01039	4,6	01010		
01040	4,7	01010		
01041	4,8	01010		
01042	4,9	01010		
01043	5,0	01010		
01044	5,1	01010		
01045	5,2	01010		
01046	5,3	01010		
01047	5,4	01010		
01048	5,5	01010		
01049	5,6	01010		
01050	5,7	01010		
01051	5,8	01010		
01052	5,9	01010		
01053	6,0	01010		
01054	6,1	01010		
01055	6,2	01010		
01056	6,3	01010		
01057	6,4	01010		
01058	6,5	01010		
01059	6,6	01010		
01060	6,7	01010		
01061	6,8	01010		
01062	6,9	01010		
01063	7,0	01010		
01064	7,1	01010		
01065	7,2	01010		
01066	7,3	01010		
01067	7,4	01010		
01068	7,5	01010		
01069	7,6	01010		
01070	7,7	01010		
01071	7,8	01010		
01072	7,9	01010		
01073	8,0	01010		
01074	8,1	01010		
01075	8,2	01010		
01076	8,3	01010		
01077	8,4	01010		
01078	8,5	01010		
01079	8,6	01010		
01080	8,7	01010		
01081	8,8	01010		
01082	8,9	01010		
01083	9,0	01010		
01084	9,1	01010		
01085	9,2	01010		
01086	9,3	01010		
01087	9,4	01010		
01088	9,5	01010		
01089	9,6	01010		
01090	9,7	01010		
01091	9,8	01010		
01092	9,9	01010		
01093	10,0	01010		
01094	10,1	01010		
01095	10,2	01010		
01096	10,3	01010		
01097	10,4	01010		
01098	10,5	01010		
01099	10,6	01010		
01100	10,7	01010		
01101	10,8	01010		
01102	10,9	01010		
01103	11,0	01010		
01104	11,1	01010		
01105	11,2	01010		
01106	11,3	01010		
01107	11,4	01010		
01108	11,5	01010		
01109	11,6	01010		
01110	11,7	01010		
01111	11,8	01010		
01112	11,9	01010		
01113	12,0	01010		
01114	12,1	01010		
01115	12,2	01010		
01116	12,3	01010		
01117	12,4	01010		
01118	12,5	01010		
01119	12,6	01010		
01120	12,7	01010		
01121	12,8	01010		
01122	12,9	01010		
01123	13,0	01010		
01124	13,1	01010		
01125	13,2	01010		
01126	13,3	01010		
01127	13,4	01010		
01128	13,5	01010		
01129	13,6	01010		
01130	13,7	01010		
01131	13,8	01010		
01132	13,9	01010		
01133	14,0	01010		
01134	14,1	01010		
01135	14,2	01010		
01136	14,3	01010		
01137	14,4	01010		
01138	14,5	01010		
01139	14,6	01010		
01140	14,7	01010		
01141	14,8	01010		
01142	14,9	01010		
01143	15,0	01010		
01144	15,1	01010		
01145	15,2	01010		
01146	15,3	01010		
01147	15,4	01010		
01148	15,5	01010		
01149	15,6	01010		
01150	15,7	01010		
01151	15,8	01010		
01152	15,9	01010		
01153	16,0	01010		
01154	16,1	01010		
01155	16,2	01010		
01156	16,3	01010		
01157	16,4	01010		
01158	16,5	01010		
01159	16,6	01010		
01160	16,7	01010		
01161	16,8	01010		
01162	16,9	01010		
01163	17,0	01010		
01164	17,1	01010		
01165	17,2	01010		
01166	17,3	01010		
01167	17,4	01010		
01168	17,5	01010		
01169	17,6	01010		
01170	17,7	01010		
01171	17,8	01010		
01172	17,9	01010		
01173	18,0	01010		
01174	18,1	01010		
01175	18,2	01010		
01176	18,3	01010		
01177	18,4	01010		
01178	18,5	01010		
01179	18,6	01010		
01180	18,7	01010		
01181	18,8	01010		
01182	18,9	01010		
01183	19,0	01010		
01184	19,1	01010		
01185	19,2	01010		
01186	19,3	01010		
01187	19,4	01010		
01188	19,5	01010		
01189	19,6	01010		
01190	19,7	01010		
01191	19,8	01010		
01192	19,9	01010		
01193	20,0	01010		
01194	20,1	01010		
01195	20,2	01010		
01196	20,3	01010		
01197	20,4	01010		
01198	20,5	01010		
01199	20,6	01010		
01200	20,7	01010		
01201	20,8	01010		
01202	20,9	01010		
01203	21,0	01010		
01204	21,1	01010		
01205	21,2	01010		
01206	21,3	01010		
01207	21,4	01010		
01208	21,5	01010		
01209	21,6	01010		
01210	21,7	01010		
01211	21,8	01010		
01212	21,9	01010		
01213	22,0	01010		
01214	22,1	01010		
01215	22,2	01010		
01216	22,3	01010		
01217	22,4	01010		
01218	22,5	01010		
01219	22,6	01010		
01220	22,7	01010		
01221	22,8	01010		
01222	22,9	01010		
01223	23,0	01010		
01224	23,1	01010		
01225	23,2	01010		
01226	23,3	01010		
01227	23,4	01010		
01228	23,5	01010		
01229	23,6	01010		
01230	23,7	01010		
01231	23,8	01010		
01232	23,9	01010		
01233	24,0	01010		
01234	24,1	01010		
01235	24,2	01010		
01236	24,3	01010		
01237	24,4	01010		
01238	24,5	01010		
01239	24,6	01010		
01240	24,7	01010		
01241	24,8	01010		
01242	24,9	01010		
01243	25,0	01010		
01244	25,1	01010		
01245	25,2	01010		
01246	25,3	01010		
01247	25,4	01010		
01248	25,5	01010		
01249	25,6	01010		
01250	25,7	01010		
01251	25,8	01010		
01252	25,9	01010		
01253	26,0	01010		
01254	26,1	01010		
01255	26,2	01010		
01256	26,3	01010		
01257	26,4	01010		
01258	26,5	01010		
01259	26,6	01010		
01260	26,7	01010		
01261	26,8	01010		
01262	26,9	01010		
01263	27,0	01010		
01264	27,1	01010		
01265	27,2	01010		
01266	27,3	01010		
01267	27,4	01010		
01268	27,5	01010		
01269	27,6	01010		
01270	27,7	01010		
01271	27,8	01010		
01272	27,9	01010		
01273	28,0	01010		
01274	28,1	01010		
01275	28,2	01010		
01276	28,3	01010		
01277	28,4	01010		
01278	28,5	01010		
01279	28,6	01010		
01280	28,7	01010		
01281	28,8	01010		
01282	28,9	01010		
01283	29,0	01010		
01284	29,1	01010		
01285	29,2	01010		
01286	29,3	01010		
01287	29,4	01010		
01288	29,5	01010		
01289	29,6	01010		
01290	29,7	01010		
01291	29,8	01010		
01292	29,9	01010		
01293	30,0	01010		
01294	30,1	01010		
01295	30,2	01010		
01296	30,3	01010		
0				

O resultado obtido desta implementação, está representado nas Figuras 55 e 56, estantes dos acessórios de pratos e Figura 57, correspondente à estante dos acessórios de saladeiras. Podemos observar que a primeira estante, Figuras 55 e 56, passou a ser capaz de armazenar todas as placas de saladeiras e pratos na parte inferior da estante, deixando de estar no chão como se verificava anteriormente. Quanto à segunda estante, Figura 57, a alteração relativa a esta estante possibilitou o armazenamento dos calibradores mais utilizados pela *Roller* de saladeiras mais perto, a *Roller* 204.



Figura 55 – Estante 1 do lado direito



Figura 56 – Estante 1 do lado esquerdo



Figura 57 – Estante 2 do lado esquerdo

Através da implementação dos 5S's nestas duas estantes, podemos tirar as seguintes ilações: a procura dos acessórios na estante torna-se mais rápida, uma vez que os afinadores são capazes de identificar o sítio onde o calibrador se encontra. Em relação às movimentações entre as estantes e as máquinas *Rollers*, como referido anteriormente, comprova-se uma redução de 36% em deslocações, passando de 2 minutos e 20 segundos para 1 minuto e 25 segundos.

5.2 Proposta de melhoria do carro de afinação

Esta proposta, surge durante a fase de análise das tarefas de mudança de referência, onde foram verificadas as causas que proporcionavam a sua ineficiência e demora. Desta forma, chegou-se à conclusão de que a segunda maior causa para esse problema seria a organização e estrutura do carro de afinação usado pelos afinadores.

O carro de afinação tem como objetivo auxiliar os afinadores durante as mudanças de referência, este serve para guardar as ferramentas e parafusos necessários, como também é usado para transportar os acessórios mais pesados das estantes para as máquinas.

Como podemos verificar na Figura 58, o carro de afinação encontra-se desorganizado, não existindo qualquer critério nem localização para arrumação dos seus itens, impedindo a acessibilidade a todas as ferramentas e consumíveis (parafusos). As ferramentas estão arrumadas dentro de duas caixas (vermelha e azul) e os parafusos misturados e alojados em cinco caixas (cinzentas).

Devido à dimensão e estrutura do carro de afinação, podemos destacar outros problemas, como, a dificuldade de movimentação e a ineficiência do aproveitamento do espaço, favorecendo a acumulação de alguns acessórios (calibradores e adaptadores), como se destaca na Figura 59.



Figura 58 – Estado inicial do carro de afinação

Assim sendo, esta proposta tem como intuito melhorar a eficiência e organização do carro de afinação através da seleção e arrumação das ferramentas e parafusos que o constituem. Por último, espera-se apresentar algumas soluções definitivas, consoante custo-benefício.

5.2.1 Recolha de informação e análise das ferramentas e parafusos

Numa fase inicial, foram recolhidas informações sobre as ferramentas que estavam guardadas no carro de afinação. Através da Figura 59, podemos verificar a quantidade e o tipo de ferramentas existentes.



Figura 59 – Ferramentas alojadas no carro de afinação

Posto isto, é necessário comprovar a utilização e a função de cada objeto, nesse sentido foram realizadas entrevistas informais aos afinadores, durante as mudanças de referência. Nessas entrevistas, fizeram-se algumas perguntas sobre a utilidade de cada ferramenta, como, quais eram as mais utilizadas, quais as mais apropriadas para cada tarefa e quais poderiam ser descartadas do carro de afinação.

Desta maneira, foi possível construir a tabela 9, que apresenta todas as ferramentas que estão no carro de afinação, a função que cada uma desempenha e as que devem ser descartadas, destacadas a vermelho.

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

Tabela 9 – Lista das ferramentas existentes no carro de afinação e função que cada uma desempenha

Objetos/Ferramentas no Carro de Afinação		
Quantidade	Objeto/Ferramenta	Função
4	Tábuas	Serve apoiar o calibrador sobre a panela
1	Mala de ferramentas com cadeado	Apenas o afinador da manhã é que tem a chave da mala
24	Chaves de boca	
1	60 (mm)	Usada apenas na R209
1	32 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
2	30 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
1	32 e 30 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
1	26 e 24 (mm)	Usada apenas na R204
3	24 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
1	22 e 20 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
2	22 e 20 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
1	20 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
4	19 (mm)	Usada no robot R203
2	18 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
1	17 (mm)	Usada no robot R204
1	15 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
1	13 (mm)	Serve para ajustar o cortador automático
2	10 (mm)	Usada na afinação dos calibradores
1	7 (mm)	Não é usada
1	6 (mm)	Não é usada
1	Lima	Serve para alisar superfícies empenadas numa panela
2	Martelos	Servem para ajustar a inclinação da roller
4	Jogo de chaves Allen (incompletos)	Servem para apertar painelas ou para ajustar o cortador de pasta
1	14mm	
1	12mm	
3	10mm	
5	8mm	
5	5mm	
1	4mm	
2	2,5mm	
1	2mm	
1	1,5mm	
1	Jogo de chaves Allen (completos)	Servem para apertar painelas ou para ajustar o cortador de pasta
1	Ferro em formato "T"	Serve para tirar as painelas que ficam presas na mesa das rollers R208, R206 e R205
4	Chaves de fendas	
1	Ferro (Tipo cunha)	Serve para tirar formas que partem dentro das painelas
1	Ventosa	Só é usado numa peça em específico
1	Navalha	Para cortar a pasta
1	Conta rotações (Rpm)	Serve para verificar a velocidade de rotação da panela
1	Nível	Serve para verificar se a panela ficou corretamente nivelada
2	Latas de óleo	Lubrificação das máquinas
4	Chaves estrela	Não tem utilidade
1	22 e 21 (mm)	
1	15 e 14 (mm)	
1	13 e 12 (mm)	
1	9 e 8 (mm)	
	Chaves para painelas	Serve para aparafusar as painelas à base da roller
1	chave principal	
2	extensores	
8	pontas: 1-22mm ; 1-17mm ; 1-12mm ; 1-10mm ; 1-8 mm ; 2-6mm	
2	Material de punção	Serve para marcar a referência nos acessórios
2	Alicate ajustavel	Só é util quando não existe duas chaves de boca iguais
1	Alicate	Serve para cortar o arame para as cortadoras automáticas
1	Espatula	
5	Anilhas: 3-8 cm ; 2-4,5cm	Usadas apenas em calibradores antigos para colmatar folgas existentes
1	Fita métrica	

De acordo com a tabela 9, verifica-se que existem ferramentas que não são utilizadas pelos afinadores, particularmente, as duas chaves de boca de 6 e 7mm, as quatro chaves estrela e os dois alicates ajustáveis. Noutras situações, os jogos de ferramentas encontram-se incompletos, como é o caso, de quatro jogos de chaves *allen*. Portanto, estas ferramentas referidas, devem ser retiradas do carro de afinação.

De seguida, foram analisados os consumíveis, ou seja, os parafusos que se são usados para afixar os acessórios (Painéis, calibradores e adaptadores) à base e cabeça da *Roller*. Os parafusos a utilizar entre as mudanças de referência, podem ser diferentes, consoante o tipo de máquina *Roller* e a referência do acessório que se pretende afixar à máquina.

Estes parafusos encontram-se arrumados no carro de afinação misturados em cinco caixas, como representa a figura anterior, Figura 58. Inicialmente, começou-se por separar os parafusos por tipo e tamanho (mm), colocando-os em caixas mais pequenas. A Tabela 10 e a Figura 60, apresenta os parafusos que foram identificados após a fase de separação.

Tabela 10 – Lista dos parafusos identificados

PARAFUSOS			
Tipo	Tamanho (mm)	Tipo	Tamanho (mm)
M12	50	M6	120
	40		90
	35		80
	25		70
	20		65
M10	65		50
	60		45
	50		40
	40		20
	35		15
	20	16	
M8	90	M5	12 (16 são cortados)
	80		
	75		
	60		
	50 (cabeça achatada)		
	50		
	45		
	40		
	35		
	25		
20			

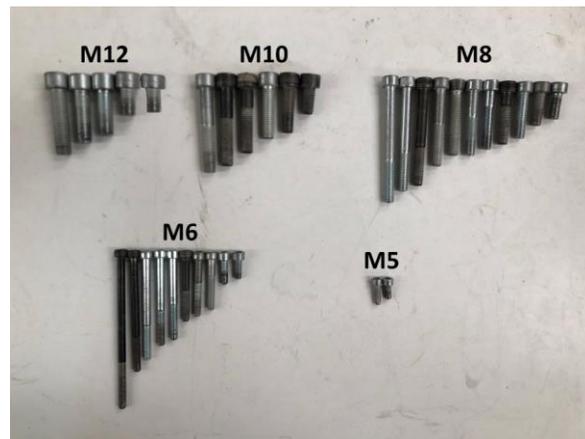


Figura 60 – Classificação inicial dos parafusos identificados

Através da Tabela 10, podemos concluir que o carro de afinação apresentava 34 conjuntos de parafusos diferentes. Devido à forma como estes se encontram organizados, é de esperar que haja problemas sempre que é necessário procurar um parafuso em específico. Para além disso, foram encontrados parafusos específicos a cada tipo de máquina nos seus quadros elétricos.

De modo, a verificar o impacto que este problema de desorganização do carro de afinação afeta no dia-a-dia, foram registados tempos, acerca da duração que os afinadores demoravam na procura dos parafusos, durante a realização das mudanças de referência.

Foi possível constatar que, os afinadores perdem, em média, 1 minuto e 10 segundos à procura de um conjunto de seis parafusos iguais. Na maioria dos casos, os afinadores, precisam de três

conjuntos de parafusos durante um *setup* (uns para o calibrador, outros para o adaptador do calibrador e outros para a panela), perdendo, em média, 3 minutos e 30 segundos em cada mudança de referência. Geralmente, ao longo do dia, cada máquina efetua 3 mudanças de referência, dando um total de 10 minutos e 30 segundos de tempo perdido por dia por máquina.

Sabendo que na área da conformação, existem 9 *Rollers*, ao multiplicar o tempo diário perdido à procura de parafusos por máquina, por todas as *Rollers* da conformação, obtemos 1 hora e 34 minutos desperdiçados, todos os dias. Se compararmos estes dados com um ano de trabalho, com 250 dias, acabamos por obter, um total de 393 horas e 45 minutos, o que dá aproximadamente 24 dias desperdiçados apenas à procura de parafusos.

Assim, podemos concluir que a tarefa de recolha de parafusos, causa atrasos significativos nas mudanças de referência, o que provoca um impacto negativo na produtividade, uma vez que as máquinas não estão a produzir durante esse tempo.

5.2.2 Classificação e organização dos parafusos e ferramentas

Dado que, foram identificados uma enorme diversidade de parafusos, foi necessário reunir com o chefe dos afinadores. Nesta reunião foi estipulado que seria importante reduzir a quantidade de parafusos diferentes e que apenas deveriam ficar no carro de afinação, os parafusos mais usados entre as diferentes máquinas e calibradores.

Após experimentação dos parafusos um a um nas máquinas *Rollers*, chegou-se à conclusão que a variabilidade de parafusos, deve-se à utilização de parafusos com tamanhos diferentes no mesmo tipo de encaixe, ou seja, para a afixação de um determinado acessório na mesma máquina *Roller* existiam vários parafusos. A Figura 61, representa esses casos, onde é possível verificar através das ramificações, a verde, o grupo de parafusos que foram reduzidos apenas a um.

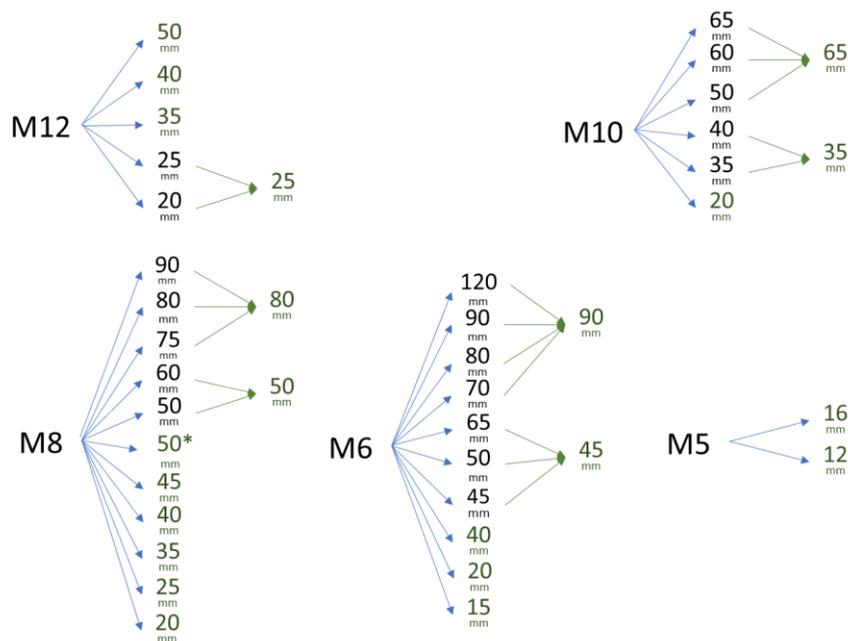


Figura 61 – Classificação e diminuição da variabilidade dos parafusos inicialmente identificados

Após seleção dos parafusos, foi possível reduzir a quantidade inicial, de 34 para 22, diminuindo cerca de 35% a variabilidade existente. A Figura 62, apresenta o quadro final relativo à classificação dos parafusos, executado em conjunto com os afinadores, já a Tabela 11 mostra em maior detalhe, essa seleção. Em relação ao carro de afinação serão armazenados apenas os parafusos apresentados na Figura 62 e na tabela 11, descartando os restantes.



Figura 62 – Quadro executado em conjunto com os afinadores durante a classificação dos parafusos

Tabela 11 – Lista dos parafusos selecionados

PARAFUSOS		
Tipo	Tamanho (mm)	Utilização (máquina)
M12	50	Panelas
	40	Panelas
	35	Panelas
	25	Panelas
M10	65	R203 - Adaptador/calibrador
	35	Adaptador/Panela
	20	Adaptador/Panela
M8	80	R210 - Adaptador/Calibrador
	50 (cabeça achatada)	R207 - Adaptador/calibrador
	50	Panelas
	45	Panelas
	40	Panelas
	35	Panelas
	25	Adaptador/Panela
M6	20	Adaptador/Panela
	90	R206, R205 e R202 - Calibrador
	45	R208 - Adaptador/Calibrador
	40	R208 - Adaptador/Calibrador
	20	Adaptador/Calibrador
M5	15	Adaptador/Calibrador
	16	Adaptador/Calibrador
	12 (16 são cortados)	Adaptador/Calibrador

A fim de, organizar os parafusos no carro de afinação, foram pedidas 10 caixas pequenas e 1 grande com divisórias, como se verifica na Figura 63. Em cada caixa foram postos apenas parafusos do mesmo tipo, dividindo os de diferentes tamanhos pelas divisórias. No topo das caixas foram marcadas o tipo e tamanho de parafuso que contém. Depois foram colocadas no carro de afinação, posicionadas por ordem decrescente de designação e na mesma prateleira, Figura 64.



Figura 63 - Caixa pequena com divisórias



Figura 64 - Organização e colocação das caixas dos parafusos no carro de afinação

Em relação à organização das ferramentas, inicialmente foram retiradas as ferramentas que não eram utilizadas e os conjuntos incompletos foram trocados por completos. Depois, foram colocadas nas caixas de ferramentas existente no carro de afinação, Figura 65.



Figura 65 – Arrumação das ferramentas na caixa de ferramentas do carro de afinação

Esta solução encontrada trouxe benefício notórios, uma vez que, os afinadores conseguem procurar muito mais rápido os parafusos que pretendem. Efetivamente o tempo de procura por um conjunto de seis parafusos foi reduzido, passando de 1 minuto e 10 segundos para 20 segundos, reduzindo cerca de 70%. Em relação às ferramentas apenas foi garantido que todas as ferramentas que estão na caixa são utilizadas, não sendo possível organizá-las devido à falta de espaço e método de arrumação.

No entanto, a solução apresentada não é viável a longo prazo, porque no caso dos parafusos, como as caixas não estão fixas, em algumas situações, os afinadores pegavam nas caixas e voltavam a colocar no carro, mas noutro local, trocando a sua ordem. Para além disso, testemunhou-se a mistura dos parafusos de tamanhos diferentes entre as divisórias da caixa do mesmo tipo de parafuso, verificando que os afinadores não tinham cuidado em comparar os parafusos que colocavam nas divisórias com os existentes.

Posto isto, é necessário implementar uma solução permanente, mais pratica e otimizada, deste modo serão apresentadas algumas propostas de melhoria.

5.2.3. Apresentação de Propostas de Melhoria

Nesta fase foram apresentadas algumas propostas de melhoria à empresa. Uma primeira, referente, apenas à alteração e otimização do carro de afinação e uma última sobre a criação e implementação de kits de ferramentas para uso diário pelos afinadores.

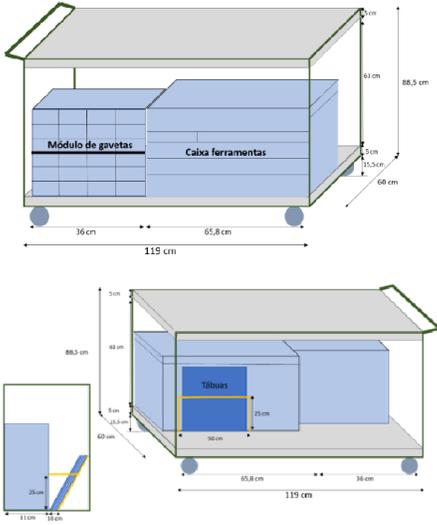
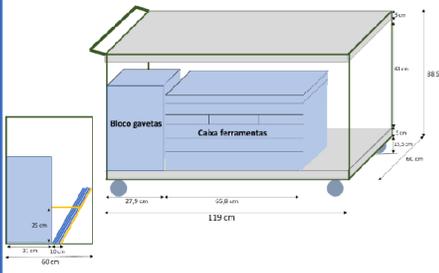
5.2.3.1 Melhoria do Carro de Afinação

Nesta fase, foram apresentadas diferentes propostas conforme custo-benefício. Neste sentido, foram desenvolvidas três hipóteses, as duas primeiras, focadas apenas na alteração do aspeto atual do

carro de afinação, através da aquisição de acessórios e métodos de arrumação. Em relação à última proposta, pretende-se substituir o carro de afinação atual por um novo.

Assim sendo, a tabela 12, evidencia de forma esquematizada as alterações sugeridas para a realização das hipóteses 1 e 2.

Tabela 12 – Apresentação de duas hipóteses para alteração do atual carro de afinação

	Hipótese 1	Hipótese 2
Organização dos parafusos	<p>Organização num módulo de gavetas com etiquetas identificadoras.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 Gavetas – M12 • 4 Gavetas – M10 • 7 Gavetas – M8 • 5 Gavetas – M6 • 2 Gavetas – M5 	<p>Organização num armário de gavetas metálico, divisão dos parafusos de diferentes tamanhos nas gavetas por compartimentos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 Gaveta – M12 • 1 Gaveta – M10 • 2 Gavetas – M8 • 1 Gaveta – M6 • 1 Gaveta – M5 
Organização das ferramentas	<p>Organização num baú com gavetas, recorte de esponja para organização das ferramentas dentro das gavetas e etiquetas na parte de fora.</p> 	<p>Igual à Hipótese 1</p>
Representação gráfica		
Estimativa de Custo	150€	250€

As duas hipóteses acima apresentadas são muito parecidas, no entanto, diferem na organização dos parafusos. Em relação à hipótese 2, sendo uma solução mais cara que a hipótese 1, exige a aquisição de um armário de gavetas metálico para o armazenamento dos parafusos, tornando-se uma solução mais robusta e confiável. Por isso, admitindo apenas uma diferença de custo de 100€, considera-se que a hipótese 2 será a mais eficiente a longo prazo que a hipótese 1.

No entanto, os problemas de movimentação e dimensão do carro será sempre um entrave, visto que estas duas hipóteses anteriores não propõem essa alteração. Deste modo, a hipótese seguinte propõe a compra de um carrinho novo, visto que apresentará sempre maior eficiência e acessibilidade na arrumação das ferramentas e parafusos e nas suas deslocações.

Hipótese 3:

De acordo com o que já foi evidenciado, esta hipótese passa pela compra de um carrinho de ferramentas novo. Porém, teria que ser adaptado, ou seja, apenas seriam deixadas as ferramentas que realmente são utilizadas, retirando as outras. As primeiras gavetas do carro ficariam reservadas para os parafusos enquanto as restantes para ferramentas.

Para tal, foi preciso reunir com o chefe da manutenção, onde foi exposta a situação e a solução que se pretendia. Deste modo, foram comparados vários carros de afinação, chegando à conclusão de que o ideal seria o carro de ferramentas “Mannesmann green line com 321 peças”, igual ao que é representado na Figura 66.



Figura 66 – Carro de ferramentas “Mannesmann green line com 321 peças”

Neste caso em concreto, as 2 primeiras gavetas, seriam para a organização dos parafusos. Cada gaveta ficaria dividida com compartimentos, permitindo a separação dos diferentes tamanhos de cada tipo de parafuso. Na parte exterior de cada gaveta seriam colocadas etiquetas identificadoras.

Quanto às restantes gavetas, ficariam para a organização das ferramentas, deixando apenas as fundamentais, excluindo as outras. Em relação aquelas que são precisas, mas que o carrinho não incluirá na sua compra, será necessário comprá-las ou reutilizar as que estão no carro de afinação atual. De maneira a assegurar a arrumação das ferramentas, é proposta a compra de esponja para o recorte da forma geométrica de cada uma.

Por último, foi aconselhado pelo chefe de afinação, a aplicação de uma placa de metal na parte superior do carrinho, para fornecer maior robustez, no momento do transporte dos acessórios (calibradores, adaptadores e painéis) das estantes para as máquinas *Rollers*.

De modo a garantir que este tipo de carrinho é funcional, foi testado um idêntico, disponibilizado pela manutenção. Após experimentação, concluiu-se que, a aquisição de um carrinho deste género, apresenta-se mais prático e flexível em relação ao atual, encurtando os tempos de deslocação e organização das ferramentas e parafusos.

Em relação ao seu investimento, foi pedido um orçamento a um fornecedor da Grestel, que apresentou um valor de 800 euros.

A compra deste carro só justifica, no caso deste durar bastante tempo, dessa forma é preciso que os afinadores adquiram o sentido de responsabilidade, tendo as devidas precauções durante o seu uso. No entanto, não se poderá esquecer que será necessário que os supervisores estejam atentos a possíveis alterações do estado do carrinho.

5.2.3.2 Criação de um *kit* de ferramentas

Esta proposta tem como objetivo complementar o carro de afinação, através da criação e implementação de *kits* de ferramentas. Para tal, seria necessário adquirir, quatro estojos dobráveis de pano, um para cada afinador, tal como indica na Figura 67. Cada afinador ficaria responsável pelo uso e manutenção do estojo e das ferramentas constituintes.



Figura 67 – Estojo dobrável de pano para arrumação de ferramentas

De modo, a garantir a máxima eficiência e utilidade destes *kits*, foram consideradas apenas as ferramentas indicadas como essenciais, durante a fase de recolha de informação e análise das ferramentas e parafusos. Assim sendo, chegou-se à conclusão de que os estojos deveriam ser constituídos por:

- 1 jogo de chaves *allen*
- 1 X-ato
- 1 Alicate
- 1 Craveira

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

- Chaves de boca: 1 chave de 24mm; 1 chave de 19mm; 1 chave de 17mm; 1 chaves de 13mm; 1 chave de 10mm

Todos os *kits* seriam identificados, dispondo de um lugar específico no armário ao apoio à produção. No final de cada turno, os afinadores ficariam encarregues de colocar o seu kit no local indicado.

No entanto, não é possível descartar a utilização do carro de afinação, porque, é necessário armazenar os parafusos e certas ferramentas com grandes dimensões, como por exemplo, martelos, chaves para desaparafusar as painéis, etc. Apesar disso, a implementação dos *kits*, permite agilizar as tarefas de mudança de referência, uma vez que os afinadores não teriam que se dirigir ao carro de afinação sempre que necessitam de uma ferramenta, evitando essas deslocações. Outra vantagem, seria a atribuição de responsabilidade aos afinadores pelas suas ferramentas, visto que a partilha de ferramentas no carro de afinação seria menor.

Após contacto com um fornecedor, apurou-se que cada *Kit* representaria um investimento de 80€, já com a compra do estojo e ferramentas, o que daria um total de 320€. No caso de reutilizar as ferramentas existentes na empresa apenas seriam gastos 40€, uma vez que, cada estojo custa 10€.

Desta maneira, a solução mais eficiente seria a integração das duas soluções, o carro de afinação e os *kits* de ferramentas individuais.

6. Conclusão

Este último capítulo, tem como objetivo apresentar as considerações finais sobre o presente projeto e sugerir algumas propostas de trabalho futuro.

6.1 Considerações finais

O aumento da competitividade e a exigência dos tempos que vivemos, forçam as empresas, como a Grestel – Produtos Cerâmicos, S.A., a investir constantemente na melhoria contínua, inovação e formação dos seus colaboradores. Deste modo, este projeto teve como objetivo melhorar o setor da conformação, através da identificação dos seus problemas, reduzindo ou eliminando as suas causas, pelo meio de desenvolvimento e apresentação de propostas de melhoria à empresa e pela implementação.

Inicialmente recorreu-se ao BPM e BPMN, onde foi possível identificar e caracterizar os tipos de máquinas existentes na secção da conformação. Da mesma forma, foi possível identificar o grupo de máquinas mais crítico e os seus problemas associados.

A primeira proposta, refere-se à reestruturação do *layout* das estantes dos acessórios das máquinas *Rollers*, que permitiu agilizar as tarefas de mudança de referência neste setor. Para tal, foi necessário estudar o *layout* inicial e os acessórios que eram efetivamente usados, só assim, foi possível reconstruir o *layout* que permite executar as tarefas de recolha e colocação dos acessórios de modo mais rápido, eficiente e organizado.

Apesar da implementação da alteração do *layout*, não ter sido concluída totalmente como previsto nas propostas, devido atrasos no fornecimento de material, foi possível ainda implementar os 5S's nas duas primeiras estantes. No entanto, ficou evidente que a implementação nestas estantes proporcionou, um *setup* mais rápido, reduzindo em 36% as deslocações efetuadas pelos afinadores entre estantes e máquinas. Contudo, se a proposta tivesse sido totalmente implementada ter-se-ia obtido uma redução de 30% do espaço ocupado pelas estantes, sendo possível libertar o chão de fábrica, o que é essencial num local com elevado fluxo de material e de pessoas.

Em paralelo, foi desenvolvida uma segunda proposta, a implementação dos 5S's no carro de afinação. Esta proposta foi executada com o mesmo objetivo da primeira, ou seja, diminuir o tempo de *setup* das mudanças de acessórios das máquinas *Rollers*.

No sentido de tornar o carro de afinação mais eficiente, organizado e acessível, inicialmente, foram identificados e separados os parafusos e ferramentas por categoria. Após esta divisão, foi efetuada uma triagem em conjunto com os afinadores. Nesta etapa, foi possível reduzir 35% da quantidade inicial dos parafusos, passando de 34 para 22. Quanto à organização, as ferramentas que eram essenciais foram guardadas na caixa de ferramentas, já os parafusos foram armazenados em caixas pequenas com compartimentos. Assim sendo, foi possível reduzir o tempo de procura de um conjunto de seis parafusos passando de 1 minuto e 10 segundos para 20 segundos, o que corresponde a uma diminuição de 70%.

No entanto, as soluções implementadas para a organização das ferramentas e parafusos, não são viáveis a longo prazo, pelo que são apresentadas três hipóteses de alteração do carro de afinação,

de modo a tornar os métodos de organização das ferramentas e parafusos permanente e mais eficiente.

Ao longo do projeto foram sentidas algumas limitações; por exemplo, quando foi necessário assistir às mudanças de referência para perceber as tarefas efetuadas pelos afinadores, alguns não colaboraram como previsto, com receio que estivesse a interferir no trabalho deles. Para além disso, no momento da implementação dos 5S's das estantes dos acessórios e na seleção dos materiais do carro de afinação, foi sentida alguma resistência à mudança. Mesmo assim, no início de cada projeto foi explicado aos operadores o que se pretendia fazer, quais os objetivos e benefícios que as alterações poderiam trazer para eles e para a secção.

A nível pessoal, este estudo proporcionou várias experiências e interações com várias pessoas de diferentes departamentos dentro da empresa, o que permitiu uma imersão mais rápida e profunda no ambiente industrial e no ramo cerâmico.

6.2 Trabalho futuro

No decorrer do projeto, foram identificadas algumas possibilidades de melhoria na secção da conformação por *Rollers*, no entanto, o projeto foca as mais importantes e prioritárias para a empresa. Deste modo, são apresentadas algumas sugestões de propostas de trabalho futuro:

- Conclusão da alteração do *layout* das estantes dos acessórios das *Rollers*. Definição e implementação de um sistema *Picking* para controlo dos acessórios, de modo, a garantir a sua localização e o tempo de utilização.
- Escolha por parte da empresa da hipótese mais viável para o carro de afinação e posterior conclusão da implementação dos 5S's na organização das ferramentas e parafusos.
- Acompanhamento após implementação das duas propostas, de forma a envolver os afinadores para o desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua, sustentável e responsável.
- Criação e informatização das fichas técnicas, com a informação pertinente para que cada afinador seja capaz de efetuar uma mudança de referência. Consulta destas através de um *tablet*, interligado com os sistemas de informação da empresa, guardado numa gaveta do carro de afinação com fechadura com acesso apenas aos afinadores, de modo a garantir a sua segurança.

Referências Bibliográficas

- Abouzid, I., & Saidi, R. (2019). *Proposal of BPMN extensions for modelling manufacturing processes*.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance : literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, December 2015. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Al-Mudimigh, A. S. (2007). The role and impact of business process management in enterprise systems implementation. *Business Process Management Journal*, 13(6), 866–874. <https://doi.org/10.1108/14637150710834604>
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Arevalo, C., Escalona, M. J., Ramos, I., & Domínguez-Muñoz, M. (2016). A metamodel to integrate business processes time perspective in BPMN 2.0. *Information and Software Technology*, 77, 17–33. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.05.004>
- Arromba, A. R., Xambre, A. R., & Degeit, C. (2019). *Information Flows Improvement in Production Planning using Lean concepts and BPMN An exploratory study in industrial context*. June, 19–22.
- Arunagiri, P., & Babu, A. G. (2013). *Review on Reduction of Delay in manufacturing process using Lean six sigma (LSS) systems*. 3(2), 1–4.
- Botezatu, C., Condrea, I., Oroian, B., Hrițuc, A., Ețcu, M., & Slătineanu, L. (2019). Use of the Ishikawa diagram in the investigation of some industrial processes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 682(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/682/1/012012>
- Chang, J. F. (2005). *Business Process Management Systems: Strategy and Implementation (1st ed.)*. In *Auerbach Publications*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781420031362>
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). *Computer Standards & Interfaces BPMN : An introduction to the*

Proposta e Implementação de Melhorias no Setor da Conformação de Peças Cerâmicas

standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 124–134.
<https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>

Diagrama de Ishikawa – Causa e Efeito (Espinha de Peixe) | Universo Projeto. (n.d.). Retrieved June 23, 2021, from <https://universoprojeto.wordpress.com/2014/01/28/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito-espinha-de-peixe/>

Dumas, M., Rosa, M. La, Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). Business Process Fundamentals of Management. In *Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2013, 2018* (Vol. 64, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.datak.2007.06.004>

Ehmke, C. (2008). Strategies for Competitive Advantage. *Strategic Management*. <https://doi.org/10.4324/9781003000594-6>

El-namrouty, K. A., & Abushaaban, M. S. (2013). *Seven wastes elimination targeted by lean manufacturing case study “ gaza strip manufacturing firms ”*. 1(2), 68–80.
<https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20130102.12>

Geiger, M., Harrer, S., Lenhard, J., & Wirtz, G. (2018). BPMN 2.0: The state of support and implementation. *Future Generation Computer Systems*, 80, 250–262.
<https://doi.org/10.1016/j.future.2017.01.006>

Houy, C., Fettke, P., & Loos, P. (2010). Empirical research in business process management - analysis of an emerging field of research. *Business Process Management Journal*, 16(4), 619–661.
<https://doi.org/10.1108/14637151011065946>

Jaca, C., Viles, E., Paipa-Galeano, L., Santos, J., & Mateo, R. (2014). Learning 5S principles from Japanese best practitioners: Case studies of five manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4574–4586. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.878481>

Jadhav, J. R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (2014). Exploring barriers in lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(2), 122–148. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2012-0014>

Kume, H. (1987). *Statistical methods for quality improvement* (Taylor & Francis (Ed.)). The Association

for Overseas Technical Scholarship 1985.

- Labach, E. J. (2011). Using Standard Work Tools For Process Improvement. *Journal of Business Case Studies (JBCS)*, 6(1), 39–48. <https://doi.org/10.19030/jbcs.v6i1.855>
- Lage Junior, M., & Godinho Filho, M. (2010). Variations of the kanban system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.009>
- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. In *New York: McGraw-Hill* (Vol. 53, Issue 9).
- Liker, J. K., & Meier, D. P. (2007). *Toyota Talent: Developing Your People the Toyota Way* (Vol. 1). New York: McGraw-Hill.
- Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). *Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company*. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- OMG. (2011). *Business Process Model and Notation (BPMN) version 2.0*. The Complete Business Process Handbook; OMG. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799959-3.00021-5>
- OS 8 DESPERDÍCIOS LEAN MANUFACTURING. (n.d.). Retrieved June 15, 2021, from <https://www.linkedin.com/pulse/os-8-desperdícios-lean-manufacturing-erik-martins/?originalSubdomain=pt>
- Pienkowski, M. (2014). Waste Measurement Techniques for Lean Companies. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 1–16.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras* (LIDEL).

- Ramdass, K. (2015). Integrating 5S principles with process improvement: A case study. *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, 2015-Septe*, 1908–1917. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.7273045>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017a). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017b). Examining the role of 5S practices as a facilitator of business excellence in manufacturing organizations. *Measuring Business Excellence*, 21(2), 191–206. <https://doi.org/10.1108/MBE-09-2016-0047>
- Rymaszewska, A. (2017). Lean implementation and a process approach – an exploratory study. *Benchmarking: An International Journal*, 24(5), 1122–1137. <https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2016-0018>
- Senderská, K., Mareš, A., & Václav, Š. (2017). Spaghetti diagram application for workers' movement analysis. *UPB Scientific Bulletin, Series D: Mechanical Engineering*, 79(1), 139–150.
- Singh, P. K. (2012). Management of Business Processes Can Help an Organization Achieve Competitive Advantage. *International Management Review*, 8(2), 19.
- Suárez-Barraza, M. F., & Rodríguez-González, F. G. (2019). Cornerstone root causes through the analysis of the Ishikawa diagram, is it possible to find them?: A first research approach. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 11(2), 302–316. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-12-2017-0113>
- Vom Brocke, J., Schmiedel, T., Recker, J., Trkman, P., Mertens, W., & Viaene, S. (2014). Ten principles of good business process management. *Business Process Management Journal*, 20(4), 530–548. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2013-0074>
- White, S. A. (2004). Introduction to BPMN. In *IBM Corporation*. <https://www.bptrends.com/bpt/wp-content/publicationfiles/07-04 WP Intro to BPMN - White.pdf>

Womack, J. P., Jones, D. T., & Ross, D. (2003). *The Machine That Changed The World*. New York: Free Press.

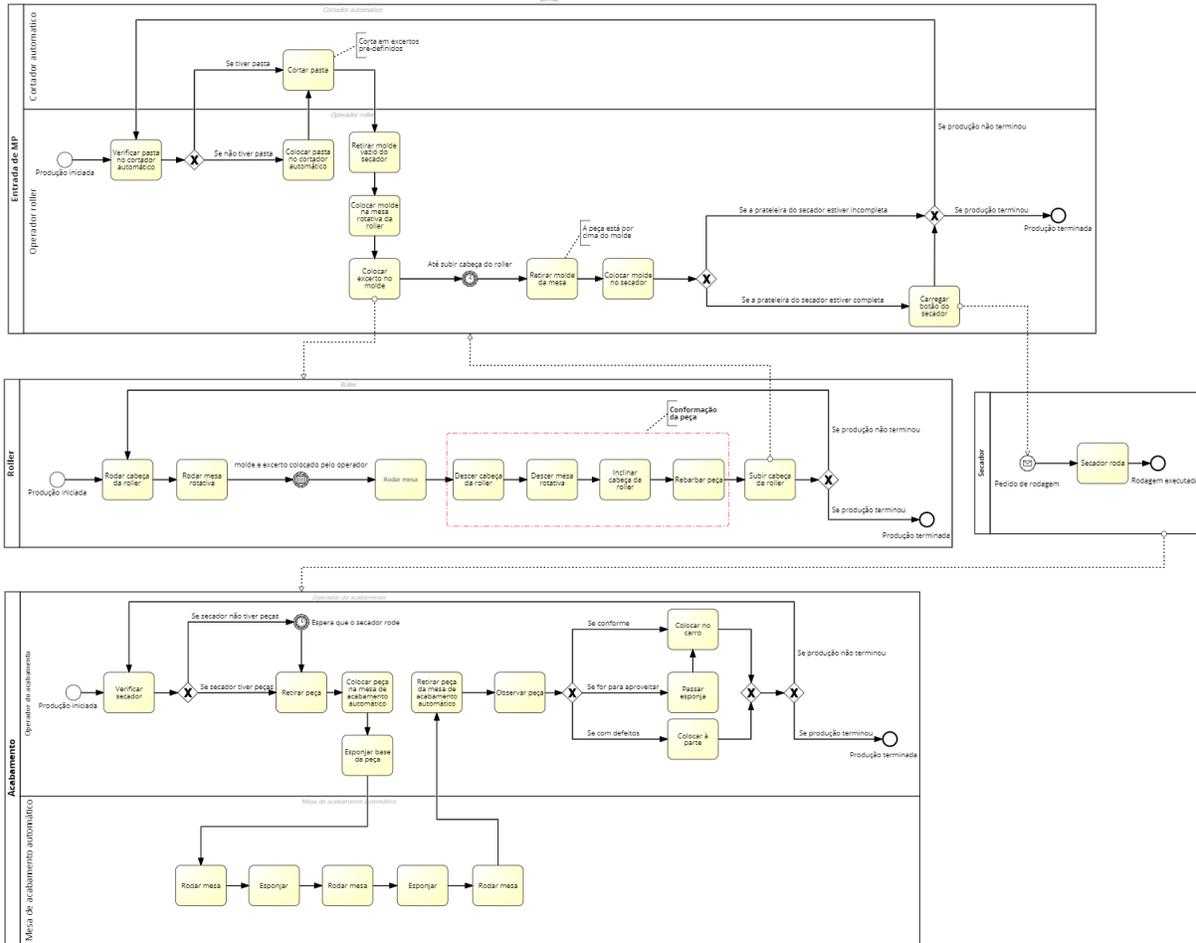
Xiong, G., Shang, X., Xiong, G., & Nyberg, T. R. (2019). *A Kind of Lean Approach for Removing Wastes From Non-Manufacturing Process With Various Facilities*. 6(1), 307–315.

Yadav, O. P., Nepal, B. P., Rahaman, M. M., & Lal, V. (2017). Lean Implementation and Organizational Transformation: A Literature Review. *EMJ - Engineering Management Journal*, 29(1), 2–16. <https://doi.org/10.1080/10429247.2016.1263914>

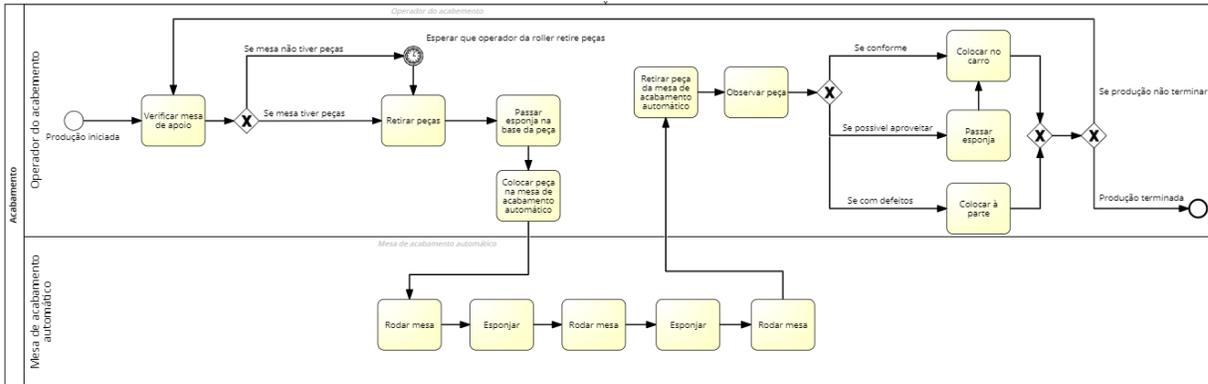
Zhou, B. (2016). Lean principles, practices, and impacts: a study on small and medium-sized enterprises (SMEs). *Annals of Operations Research*, 241(1–2), 457–474. <https://doi.org/10.1007/s10479-012-1177-3>

Anexos

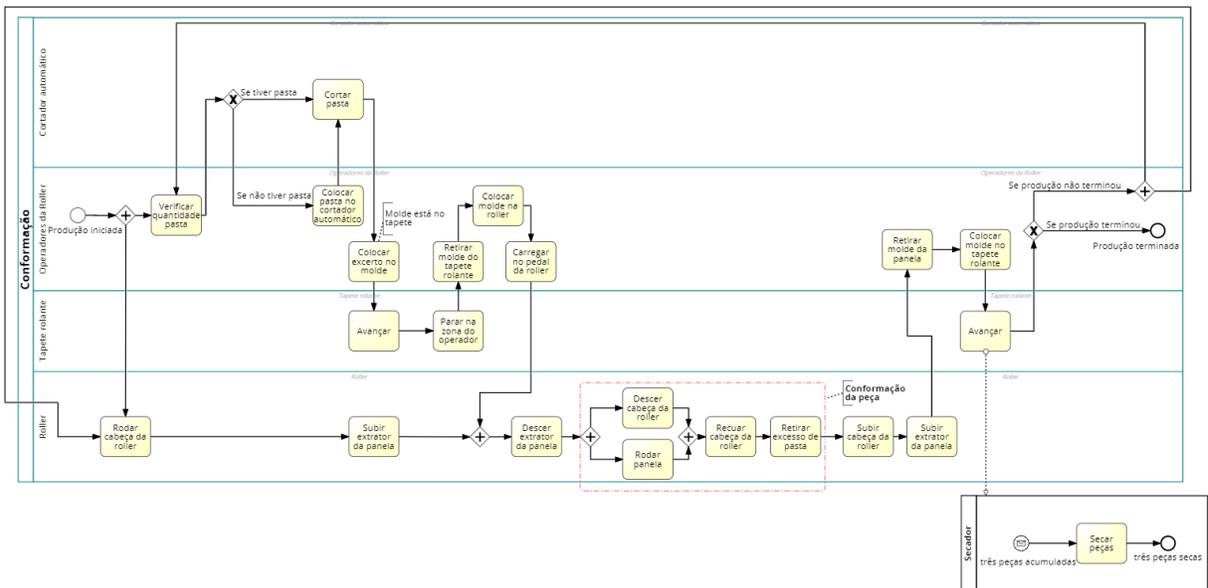
Anexo 1: Rollers externas - R205, R206, R208 e R210



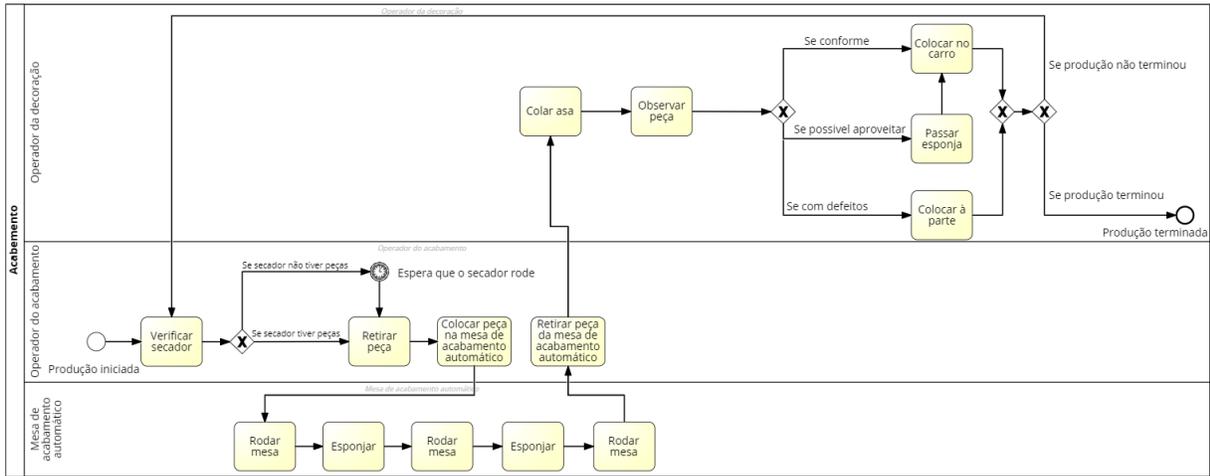
Anexo 3: Acabamento - R204 e R202



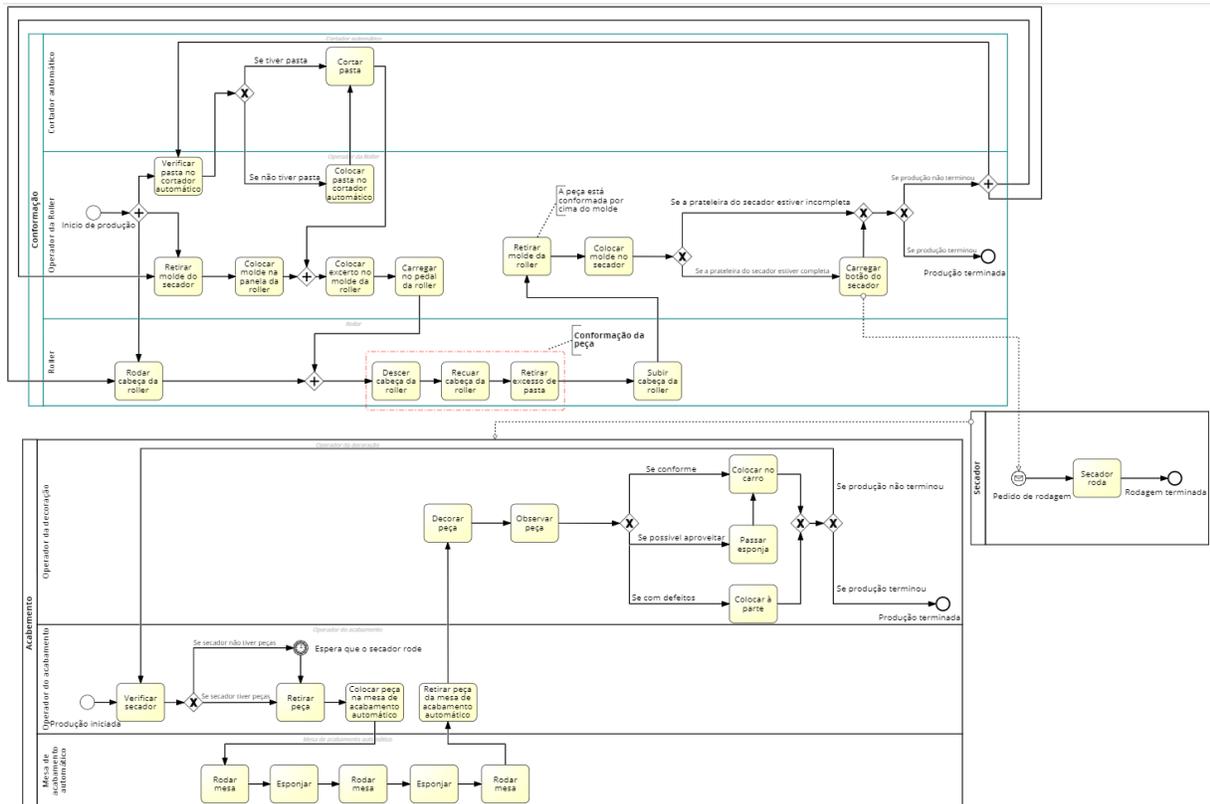
Anexo 4: Rollers Sem Robot - R202 e R207



Anexo 5: Acabamento com Colagem de Asas – R207 e R209



Anexo 6: Roller 209



Anexo 8: Registo das referências atribuídas e informações sobre as painéis

Referência	Ø base (Cm)	Ø topo (Cm)	Ø extrator (Cm)	Altura (Cm)	Qtd. Parafusos	Tipo Parafuso	Tipologia
P1	25,5	28,5	4	22	6	1	Canecas
P2	23,5	23,5	4	18,5	4	2	Canecas
P3	22	22	6	16,5	4	5	Canecas
P4	20	20	7	13	6	3	Canecas
P5	26,5	26,5	6,5	15	6	1	Canecas
P6	26,5	26,5	7	28,5	6	1	Saladeiras
P7	23,5	23,5	7	19	4	3	Canecas
P8	22	22	7	16	4	3	Canecas
P9	33,5	33,5	6	18,5	6	1	Saladeiras
P10	26	26	6	15,5	6	1	Canecas
P11	27	28	4	19,5	6	1	Canecas
P12	27,5	27,5	3,5	21,5	6	1	Canecas
P13	26	26	7	12	6	4	Canecas
P14	23,5		7	18	4	2	Canecas
P15	23		7	18,5	4	3	Canecas
P16	23	23	7	20	4	2	Canecas
P17	20	20	7	13	4	3	Canecas
P18	17,5	17,5	4,5	13,5	4	3	Canecas
P19	40	43	6	23	6	4	Saladeiras
P20	33,5		7,5	16,5	6	4	Saladeiras
P21	32,5	32,5	6	14,5	6	1	Saladeiras
P22	40	43	3,5	23	6	1	Saladeiras
P23	23,5	23,5	6,5	22,5	4	3	Canecas
P24	46	52	6	22	6	1	Saladeiras
P25	37,5	39	6,5	18,5	6	4	Saladeiras
P26	21		5	10	4	7	Canecas
P27	32	35	14,5	12	6	6	Saladeiras
P28	29,5	29,5	5	5	4	7	Pratos
P29	29,5	29,5	7	6,5	4	3	Pratos
P30	29,5	29,5	5	5	4	7	Pratos
P31	27	27	5	6	4	3	Pratos
P32	27	27	5	6	4	3	Pratos
P33	26,5		8,5	17	6	1	Canecas
P34	36	39	3,5	33,5	6	1	Saladeiras
P35	18	18		13,5	4	3	Canecas
P36	27	27	5	6	4	3	Pratos
P37	36,5	36,5	5	6	4	3	Pratos

Tipo Parafuso	Diametro	Comprimento
1	M12	40mm
2	M8	45mm
3	M8	35mm
4	M12	25mm
5	M8	50mm
6	M10	35mm
7	M8	27mm

Anexo 9: Registos das referências atribuídas e informações sobre os adaptadores

Referência	Diâmetro (cm)	Tipologia
A1	34	Pratos
A2	34	Pratos
A3	34	Pratos
A4	34	Pratos
A5	34	Pratos
A6	34	Pratos
A7	34	Pratos
A8	35	Pratos
A9	36	Pratos
A10	36	Pratos
A11	21	Saladeiras
A12	24	Saladeiras
A13	24	Saladeiras
A14	26	Saladeiras
A15	26	Saladeiras
A16	26	Saladeiras
A17	26	Saladeiras
A18	22	Saladeiras
A19	22	Saladeiras
A20	21	Saladeiras
A21	26	Saladeiras
A22	24	Saladeiras
A23	24	Saladeiras
A24	24	Saladeiras
A25	24	Saladeiras
A26	10	Canecas
A27	14	Canecas
A28	16	Canecas
A29	16	Canecas
A30	16	Canecas
A31	14	Canecas
A32	14	Canecas
A33	14	Canecas
A34	10	Canecas
A35	10	Canecas