



**Universidade de Aveiro**  
**2023**

**Ana Catarina  
Sampaio Moura**

**Implementação de ferramentas Lean no setor da  
macharia de uma empresa de fundição**



**Universidade de Aveiro**  
**2023**

**Ana Catarina  
Sampaio Moura**

**Implementação de ferramentas Lean no setor da  
macharia de uma empresa de fundição**

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira, Professor Associado com Agregação do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico esta dissertação à minha afilhada, Francisca.  
Ao meu companheiro, Ângelo Freitas.  
Aos meus irmãos, Miguel e Rafael.  
Aos meus amigos.  
Aos meus pais.

**o júri**

presidente

Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes  
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

Doutor Bernardo José Santos Marques  
Equiparado a Investigador Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira  
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Quero agradecer ao Dr. Carlos Ferreira e à Eng. Odete Silva que me orientaram e apoiaram no decorrer do estágio e elaboração desta dissertação.

Ao meu companheiro, Ângelo, que esteve sempre ao meu lado.

À D. Paula Martins que sempre me encorajou a ser a minha melhor versão e que acompanhou todos os meus momentos.

Um agradecimento particularmente especial aos meus colegas Luís Sierra, Ana Fernandes e Sara Pinto por todo o apoio.

Aos meus amigos, Jéni Soares, Dalila Marques, Mariana Costa, Ana Guimarães pela sua presença, por serem as pessoas extraordinárias que são.

Obrigada a todos os meus colegas, este trabalho também é vosso.

## palavras-chave

Lean Information; 5S; Standard Work; Fundição

## resumo

O presente trabalho representa um projeto de estudo e implementação de ferramentas Lean numa empresa de fundição com ambiente *Engineer to Order* no setor da macharia. Os principais problemas encontrados basearam-se nos desperdícios associados à limpeza e mudança de ferramenta, assim como a falta de informação útil, de manutenção nas máquinas e diversas limitações dos recursos humanos. Para a empresa foi um primeiro contacto do setor com a filosofia Lean, fazendo como objetivo deste trabalho a estabilização dos seus processos.

No âmbito da metodologia adotada, foi feito um levantamento das necessidades da empresa e mapeados os processos com a finalidade de encontrar oportunidades de melhoria e definir um plano de ação.

No contexto de melhorias na mudança de referência, foram organizadas placas de sopro e gasagem com o objetivo de diminuir os tempos associados à mesma e padronizar a sua utilização. Aleado a isto foi modelada e produzida uma estante com a finalidade de complementar essa organização e torná-la mais robusta.

Realizou-se também um projeto sobre a gestão dos arrefecedores onde foi mapeado o seu fluxo recorrendo à notação BPMN 2.0 e implementado um novo fluxo com aplicação da ferramenta Kanban. Na implementação do fluxo foram desenvolvidas estruturas de informação e gestão visual incluindo a identificação digital e física dos arrefecedores, a criação de documentos e instruções de trabalho.

Foi realizado ainda outro projeto de aplicação de gelo seco na limpeza de caixas de macho, visto ser uma solução mais eficiente, menos abrasiva e demorada comparativamente ao processo utilizado na empresa.

Concretizou-se uma formação aos operadores do setor da macharia para colmatar lacunas de informação nesta área, assim como sensibilizar e aplicar conceitos de melhoria contínua envolvendo-os como participantes ativos na mesma.

No âmbito da organização de informação foram criados métodos de gestão da mesma recorrendo aos softwares PHC e Excel em todos os projetos mencionados. Desenvolveu-se também uma nomenclatura identificativa de estruturas para tornar possível o controlo de inventário e a gestão das mesmas. Os resultados obtidos permitem concluir que os projetos desenvolvidos durante este estágio curricular contribuíram de maneira muito significativa para o impulso no sentido da estabilização, padronização, integração, sustentabilidade e melhoria dos processos na macharia da empresa Duritcast.

**keywords**

Lean Information, 5S, Standard Work, Metal Casting

**abstract**

This work represents a project for the study and implementation of Lean tools in a casting company operating in an Engineer-to-Order environment within the foundry sector. The main issues identified were related to wastes associated with cleaning and tool change, as well as a lack of useful information, machine maintenance, and various human resource limitations. For the company, it served as an initial introduction to Lean philosophy within the sector, with the goal of stabilizing its processes being the primary objective of this work.

In terms of the adopted methodology, an assessment of the company's needs was conducted, and processes were mapped to identify improvement opportunities and define an action plan. To address improvements in reference changes, blow and gassing plates were organized to reduce associated times and standardize their use. Additionally, a shelf was designed and produced to complement this organization and make it more robust.

A project was also carried out on the management of chillers, where their flow was mapped using BPMN 2.0 notation, and a new flow was implemented using the Kanban tool. In the flow implementation, information and visual management structures were developed, including digital and physical identification of chillers, as well as the creation of documents and work instructions.

Another project focused on the use of dry ice in the cleaning of core boxes, as it proved to be a more efficient, less abrasive, and time-saving solution compared to the company's existing process. A training session was conducted for operators in the foundry sector to address information gaps and sensitize them to apply continuous improvement concepts, involving them as active participants.

In terms of information organization, management methods were created using PHC and Excel software in all mentioned projects. An identifying nomenclature for structures was also developed to enable inventory control and management. The results obtained lead to the conclusion that the projects developed during this internship significantly contributed to the momentum towards stabilization, standardization, integration, sustainability, and process improvement in the foundry section of the Duritcast company.

## Índice

<b>1. Introdução</b> .....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.2 Metodologia.....	2
<b>2. Enquadramento teórico</b> .....	4
2.1 Lean.....	4
2.1.1 Valores e Princípios <i>Lean</i> .....	5
2.1.2 Tipos de desperdícios.....	7
2.1.3 Melhoria Contínua .....	8
2.1.4 Ciclo PDCA .....	9
2.1.5 Ferramentas <i>Lean</i> .....	10
2.1.6 Ferramenta 5S .....	10
2.1.7 <i>Standard Work</i> .....	11
2.1.8 Gestão Visual.....	11
2.1.9 <i>Kanban</i> .....	12
2.1.10 <i>Heijunka</i> .....	12
2.1.11 <i>Lean information management</i> .....	12
2.1.12 Single Minute Exchange of Die.....	13
2.3 Diagrama de Ishikawa .....	13
2.4 Key Performance Indicators (KPI) .....	14
2.5 BPMN .....	15
2.6 Lean em Engineer-to-Order .....	15
<b>3 Caso de Estudo</b> .....	16
3.1 Descrição da empresa.....	16
3.2 Descrição do Processo Produtivo da empresa .....	19
3.3 Descrição da Macharia.....	20
3.4.1 Machos .....	20
3.4.2 Processo de Produção .....	21
3.5 Descrição do Problema .....	25
3.5.1 Identificação de Causas .....	26



<b>4. Estudo prático</b> .....	28
4.1 Standardized Work .....	28
4.2 Aplicação SMED na máquina Arabamendi .....	30
4.3 Alimentação do processo e preparação de encomenda .....	31
4.3.1 Organização das placas de gasagem e sopro.....	31
4.4 Gestão de Arrefecedores .....	32
4.4.1 Estudo do fluxo dos arrefecedores .....	33
4.5.2 5S - Arrumação dos arrefecedores.....	39
4.5.3 Informação de Suporte .....	40
4.6 Transporte e Armazenamento de Machos .....	45
4.7 Formação filosofia Lean na macharia .....	46
4.8 Limpeza de Caixas de Macho com Gelo Seco .....	46
4.8.1 Estudo de viabilidade económica.....	48
4.8.2 Implementação .....	49
4.9 Cadeias de Valor .....	50
4.10 Assemblagem.....	51
<b>5 Conclusões e Trabalho Futuro</b> .....	53
5.1 Principais Resultados .....	53
5.2 Trabalho futuro .....	54
Referências .....	57
Anexos .....	59
Instrução de Trabalho para Gestão dos Arrefecedores.....	60
Formação Lean.....	70

## Índice de Figuras

Figura 1 – Casa TPS (Rüttimann, 2018).....	4
Figura 2 – Tabela Resumo dos princípios The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer (Jeffrey K. Liker) .....	6
Figura 3 - Ciclo de Melhoria Contínua (Liker & Meier, 2005).....	8
Figura 4 – Esquema de Melhoria Contínua (Plan, do, check, act (PDCA), 2020) adaptado ..	9
Figura 5 – Sistema Toyota de Produção (Rüttimann, 2018).....	10
Figura 6 – Elementos de Modelação BPMN utilizados (omg.org).....	15
Figura 7 - Exemplo de peças variadas produzidas pela empresa .....	16
Figura 8 – Vendas da Duritcast por país .....	17
Figura 9 - Vendas por setor .....	17
Figura 10 - Organograma da Duritcast .....	18
Figura 11 - Exemplo de macho .....	21
Figura 12 – SIPOC da Macharia.....	21
Figura 13 - Processo da Macharia.....	22
Figura 14 - Exemplo de máquina de produção de machos (Bicor) .....	22
Figura 15 – Tabela Máquinas Macharia .....	23
Figura 16 - Exemplo de Caixa de Machos aberta .....	24
Figura 17 - Tina de Tinta para Machos .....	24
Figura 18 - Tempo de Paragem vs. Tempo Real em cada máquina .....	25
Figura 19 - Motivo de Paragem por Máquina em 2022 .....	25
Figura 20 - Diagrama de Ishikawa para a Falta de eficiência na Macharia .....	26
Figura 21 - Análise de filmagem de produção de macho na máquina Genten H6.5 .....	28
Figura 22 - Standard Work Chart - Exemplo 1 .....	29
Figura 23 - Exemplo de Resumo de Indicadores do Macho .....	29
Figura 24 - Processo de Mudança de ferramenta da Arabamendi – Atividades internas ..	30
Figura 25 - Exemplo de Placa de Gasagem Marcada.....	31
Figura 26 – Esquema de progresso de placas.....	32
Figura 27 - Fluxo de Arrefecedores .....	34
Figura 28 - Fluxo de Arrefecedores (continuação) .....	35

Figura 29 - Arrefecedores por Centro de Trabalho .....	37
Figura 30 - Esquema do Kanban Transporte de Contentores Móveis de Arrefecedores ...	38
Figura 31 - Organização dos Arrefecedores implementada.....	39
Figura 32 - Organização dos Arrefecedores (antes) .....	40
Figura 33 - Gestão de Estruturas .....	42
Figura 34 - Esquema de Nomenclatura de Estruturas.....	43
Figura 35 - Lista de abreviaturas para as Secções e para os Tipos de Estrutura .....	44
Figura 36 - Exemplo de Aplicação de Nomenclatura .....	44
Figura 37 – Etiquetas Identificativas de Arrefecedores .....	44
Figura 38 - Solução 1 para Arrumação dos Machos .....	45
Figura 39 - Gráfico Ganhos Acumulados Compra vs Aluguer.....	48
Figura 40 – Cadeias de valor possíveis .....	51
Figura 41 - Esquema explicativo de sugestão para a montagem .....	52

# 1. Introdução

É uma condição para a existência das empresas que as mesmas sejam competitivas. Pode ser-se competitivo de vários modos, seja pelo preço, diferenciação ou foco num segmento de clientes (Porter, 1998). Nesta busca, é necessário analisar outras empresas, no sentido de explorar lacunas do mercado (Kim & Mauborgne, 2017), mas também de analisar melhores práticas das melhores empresas (Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance, 1998). Um destes casos é a Toyota que se popularizou devido à sua natureza disruptiva e ao sucesso nos seus resultados.

Toyota Production System (TPS) nasceu pela necessidade de produzir pequenas quantidades de várias variedades num período pós-guerra na Toyota no Japão (Ohno, 1988), (Womack, Jones, & Roos, 2007). Desde então, a filosofia e as metodologias foram adaptadas a diversas áreas que não apenas a manufatura.

O presente documento visa expor a implementação de ferramentas *Lean* à luz do TPS no contexto do setor da macharia da Duritcast, uma empresa de fundição. Como será detalhado posteriormente, é uma empresa de média dimensão que faz peças muito variáveis, sobretudo de ferro e consoante os requisitos do cliente. A macharia é uma secção constituinte dessa empresa responsável pela manufatura de machos que permitem formar concavidades nas peças. Dado se tratar de uma melhoria numa secção particular, trata-se de um *Point Kaizen*, que visa, concretamente, a estabilização do processo. A presente dissertação foi realizada de modo que as ferramentas sejam utilizadas com o devido propósito, em sinergia entre elas e sempre com a filosofia da *Toyota Production System* como base.

As contribuições feitas ao longo dos sete meses de estágio incluem a criação de nomenclatura para definir estruturas e respetiva documentação de suporte, assim como modelação de estruturas para melhor organização, identificação física e digital de vários itens importantes na produção de machos tais como arrefecedores e placa de sopro e gasagem. Pode ser salientado também o mapeamento do ciclo de vida dos arrefecedores e criação e implementação do seu fluxo na fábrica, assim como toda a documentação

pertinente e, por fim, o estudo de viabilidade da implementação de uma solução de limpeza para as caixas de macho.

Este documento apresenta uma estrutura organizada em secções que abrangem desde a introdução até às conclusões e anexos. A introdução delinea os objetivos e a metodologia do relatório. O enquadramento teórico explora os princípios Lean, ferramentas associadas e outros conceitos específicos à aplicação em causa. O caso de estudo faz uma contextualização da empresa, secção envolvida e respetivo processo produtivo. O estudo prático detalha a aplicação prática dos princípios Lean nos projetos mencionados anteriormente. As conclusões e trabalhos futuros destacam os principais resultados obtidos, enquanto sugerem ações de continuidade. O documento é complementado por referências bibliográficas e anexos.

## ***1.1 Objetivos***

O objetivo deste projeto é, em suma, aumentar a eficiência e organização da macharia da Duritcast de forma sustentável. Para isso é necessário:

- Identificar oportunidades de melhoria;
- Melhorar a sua organização;
- Uniformizar processos;
- Melhorar o fluxo de informação;
- Melhorar a fiabilidade.

As concretizações destes objetivos devem diminuir a diferença entre a visão pretendida e a realidade. Isto é, processos estáveis, fluxo entre eles e diminuição dos desperdícios (Jones & Womack, 2003).

## ***1.2 Metodologia***

Inicialmente, foi feita uma observação crítica no *Gemba* (Ohno & Taiichi, 2012), permitindo a compreensão do processo, a identificação de problemas, desperdícios e necessidades paralelamente à pesquisa de ferramentas adequadas.

Depois foi realizada a recolha de dados na macharia e respetivo mapeamento. Foram apuradas as maiores causas a partir do desenvolvimento de um diagrama de Ishikawa, conversa com operadores e responsáveis, assim como a análise dos dados

recolhidos e disponíveis. Após a caracterização do estado atual foi tomada a decisão sobre que ferramentas utilizar e em que áreas atuar.

Dada a situação atual, foi necessário tomar medidas para que o processo fosse estabilizado. Isto é, criar condições de organização, fluxo e fiabilidade para que os resultados fossem mais constantes. Para isso, recorreu-se à aplicação das ferramentas 5S's, *Standard Work* e gestão visual de forma integrada, nomeadamente nos bordos de linha e no processo de preparação de encomenda. Para este efeito foram desenvolvidos diferentes projetos de melhoria. Os projetos desenvolvidos foram escolhidos tendo em conta vários critérios como: dificuldade de aplicação, nível de impacto e fase do processo impactada.

## 2. Enquadramento teórico

### 2.1 Lean

*Lean* e *Toyota Production System* são, na sua base, uma filosofia que utiliza um sistema de ferramentas para eliminar desperdício e criar fluxo com foco no cliente e no contributo para a sociedade, melhorando continuamente (*Kaizen*) (Lopes *et. al*, 2019). A compreensão e aceitação destes valores é essencial para que as ferramentas utilizadas surtam os efeitos desejados de forma sustentável. A utilização de ferramentas *Lean* por si só não é uma estratégia viável. As ferramentas devem ser utilizadas com o propósito, a responsabilidade e a disciplina de seguir os valores (Liker J. , 2020).

“*Lean* é fazer mais com menos. Usando o mínimo de trabalho, energia, equipamento, tempo, espaço, materiais e capital – dando aos clientes exatamente o que querem.” Em Jones & Womack (2003) também é referido que *Lean* é sobre “desenvolver princípios adequados à organização e praticá-los diligentemente para alcançar alta *performance* que continua a acrescentar valor aos clientes e à sociedade.”

Na figura 1 está representada a casa TPS, onde se encontram resumidos os pilares e as bases para os objetivos já mencionados.

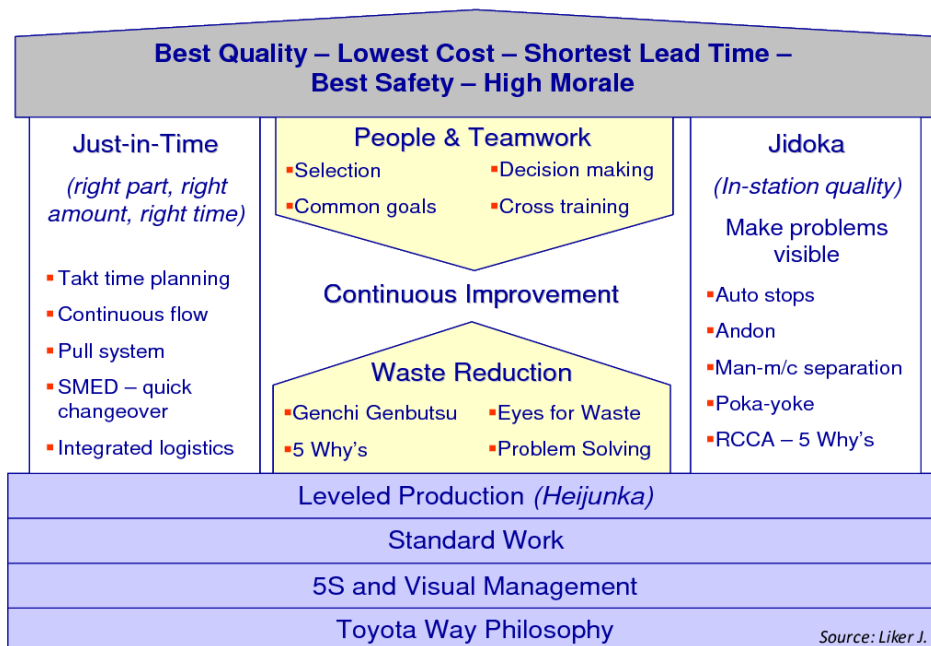


Figura 1 – Casa TPS (Rüttimann, 2018)

### 2.1.1 Valores e Princípios *Lean*

Para seguir os passos da Toyota é fundamental seguir os seus valores e princípios, visto que, “bons processos, têm bons resultados” (Taiichi Ohno). Estes devem ser adaptados à cultura e realidade de cada empresa para uma mudança eficaz e sustentável. Em Allen, Robinson, & Stewart (2001) são descritos os valores cruciais num ambiente *Lean* como:

- **Segurança do emprego** - Não deve haver eliminação de empregos, mas sim adaptação para que exista o envolvimento de todos no combate a ineficiências. Esta é também uma manifestação de respeito pelas pessoas.
- **Problemas são bons** - Problemas são oportunidades para fazer melhorias e não devem ser escondidos. De forma responsável, deve ser testado o limite do sistema, o que implica que os problemas existentes possam ter uma proporção maior, mas tornando-se assim “descobertos” e “obrigando” a empresa a lidar com eles de modo eficiente.
- **Envolvimento com os operadores** - Os operadores são aqueles que têm as melhores condições para desenvolver ou apoiar melhorias e são também eles que as irão implementar.
- **Valor acrescentado ou suporte ao mesmo** - Valor, aquilo que o cliente valoriza, isto é, os seus requisitos. Só devem existir dois tipos de trabalhos: aqueles que adicionam valor e aqueles que suportam quem acrescenta valor.
- **Responsabilidade** - Toda a organização deve trabalhar para alcançar os objetivos. O progresso dos mesmos deve ser avaliado e, consoante a sua *performance*, deve haver um reforço positivo ou contramedidas.
- **Respeito pelas pessoas** – um verdadeiro líder faz-se prescindível, potenciando as pessoas à sua volta.

Complementando os valores mencionados, Liker J. (2020) descreve (Figura 2) os seguintes 14 princípios:



Secção	Princípio
<b>Filosofia a Longo Prazo</b>	Basear as decisões de gestão na filosofia a longo prazo, mesmo que coloque em causa os objetivos financeiros a curto prazo
<b>O Processo Certo Produz os Resultados Certos</b>	Criar fluxo contínuo para trazer os problemas à superfície
	Utilização de sistemas de produção puxada para evitar sobreprodução
	Nivelamento do trabalho
	Cultura que para e corrige os problemas e faz bem à primeira
	Tarefas padronizadas são a fundação da melhoria contínua e fortalecimento dos colaboradores
	Uso de controlo visual para que nenhum problema esteja escondido
	Uso de tecnologia testada e fiável que serve os processos e as pessoas
<b>Aumento do Valor da Organização desenvolvendo as suas pessoas e parceiros</b>	Nutrir líderes que percebem o trabalho em detalhe, vivem com a filosofia e ensinam-na aos outros
	Desenvolvimento de pessoas excepcionais que seguem a filosofia da empresa
	Respeito pela rede de parceiros e fornecedores ao desafiá-los e ajudá-los a melhorar
<b>Resolver Continuamente os Problemas pela Raiz</b>	Ver a situação em primeira pessoa para a compreender ( <i>Genchi Genbutsu</i> )
	Fazer decisões lentamente, em consenso, considerando todas as opções, mas implementar decisões rapidamente ( <i>Nemawashi</i> )
	Ser uma organização de aprendizagem através de reflexão ( <i>Hansei</i> ) e melhoria contínua ( <i>Kaizen</i> )

Figura 2 – Tabela Resumo dos princípios The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer (Jeffrey K. Liker)

A filosofia a longo prazo deve prevalecer sobre os objetivos a curto prazo, mesmo que por vezes não seja a decisão mais intuitiva. O foco no futuro próximo leva à falta de investimentos e medidas estratégicas ponderadas e estruturadas que põem em risco a sustentabilidade e competitividade da empresa. Por outro lado, deve existir um enorme foco no fluxo e na excelência sistemática dos processos onde devemos forçar o aparecimento dos problemas e a sua resolução com a colaboração dos diferentes princípios

e as ferramentas Lean. Tudo deve ser implementado ponderadamente de modo a diminuir o risco de desequilibrar os processos e o sistema de forma desprevenida e irresponsável. Para que o ciclo de melhoria contínua seja sustentável, deve haver um foco nas pessoas, na sua liderança, na passagem de conhecimento e no relacionamento com parceiros e fornecedores.

### 2.1.2 Tipos de desperdícios

Anteriormente foi mencionada a importância da eliminação de desperdícios como objetivo de uma abordagem *Lean*. Estes desperdícios foram categorizados como:

- *Muda* (sem valor acrescentado) – qualquer atividade que consome recursos e não cria valor para o cliente;
- *Mura* (variação/desequilíbrio) – desigualdade na operação;
- *Muri* (sobrecarga) – sobrecarga de equipamento ou operadores.

*Mura* e *muri* maiores geralmente resultam num *muda* maior também. Visto que para os “suportar” são necessários *mudas* (Hill, 2012). No caso dos *mudas* é feita uma categorização mais detalhada, existindo os seguintes 8 tipos (Ortiz, 2015):

- **Sobreprodução** – produção excessiva, mais rápida ou mais atempada que o necessário. Este é um desperdício muito crítico, visto que geralmente aumenta o *stock*, aumentando a dificuldade da sua gestão, a variabilidade dos processos e aumento de defeitos. Isto é, para além de destabilizar o sistema, gera outros defeitos. É também o mais difícil de controlar, já que muitas vezes é contraintuitivo para os gestores e operadores. É o desperdício mais difícil de compreender e gerir, mas também o mais crucial;
- **Sobre processamento** – é fazer mais tarefas ou mais vezes que o necessário;
- **Espera** – geralmente acontece quando algum elemento do processo falta (informação, ferramentas, materiais, etc) ou quando o processo não está balanceado;
- **Movimento** – movimento que não acrescenta valor de pessoas na zona de trabalho. O que também inclui a busca de ferramentas, peças, informação ou outro;
- **Transporte** – movimento de peças, produtos ou documentos na fábrica;

- **Inventário** – níveis de *stock* de matérias-primas, produtos finais ou em vias de fabrico superiores ao necessário;
- **Defeitos** – inclui retrabalho, sucata, descontentamento e/ou indemnização do cliente;
- **Potencial humano não utilizado** – não utilização apropriada das habilidades dos colaboradores, desmotivação, falta de formação, não ouvir e envolver as pessoas. Este é especialmente grave porque é, em norma, invisível e desvalorizado.

### 2.1.3 Melhoria Contínua

Para implementar melhoria contínua é necessário estabilizar o processo, criar um fluxo, padronizar e melhorar incrementalmente. É necessário, numa primeira instância, criar uma estabilidade inicial de cada operação antes de criar ligações entre elas. A estabilidade é a capacidade de produzir resultados consistentes ao longo do tempo. Por oposição, existem elementos que indicam instabilidade (Liker & Meier, 2005):

- Grande variação dos indicadores de *performance*;
- Frequente alteração do que foi planeado;
- Não é observável um padrão ou método de trabalho consistente;
- Existência de WIP (*Work In Progress*) aleatórios;
- Operações sequenciais que são feitas de forma independente;
- Responsabilização total do operador pelos resultados provenientes da sua operação.

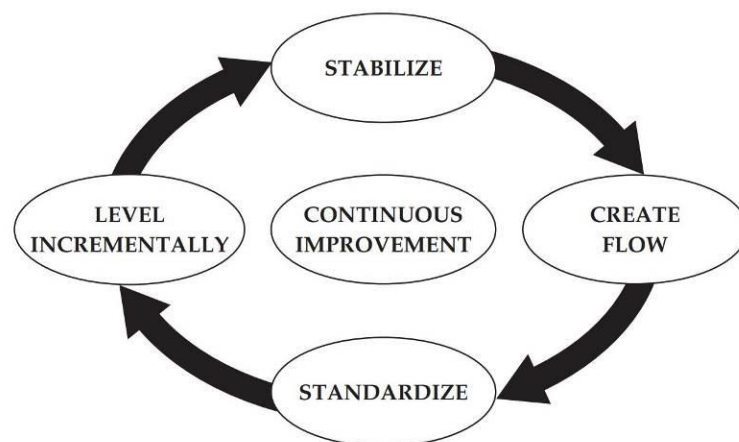


Figura 3 - Ciclo de Melhoria Contínua (Liker & Meier, 2005)

#### 2.1.4 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (Figura 4) explicita a sequência de passos para a melhoria contínua (*Kaizen*) de forma estruturada e sustentável. Existem diversas variantes do método, mas na sua essência, são caracterizados os seguintes passos de forma cíclica (Liker J., 2020):

- *Plan* (Planejar)
  - Explicitação do problema em contraste com a situação ideal;
  - Decomposição do problema e priorização;
  - Determinação do objetivo;
  - Análise das causas (através de observação no *Gemba*, aplicação de *5Why's*, diagrama de *Ishikawa*);
  - Desenvolvimento de medidas.
- *Do* (Fazer)
  - Implementação de medidas.
- *Check* (Verificar)
  - Análise dos processos e resultados (utilização de KPI's relevantes).
- *Act* (Agir)
  - Padronização e estabilização dos processos efetivamente melhorados (através da criação de elementos de *standard work* e gestão visual).

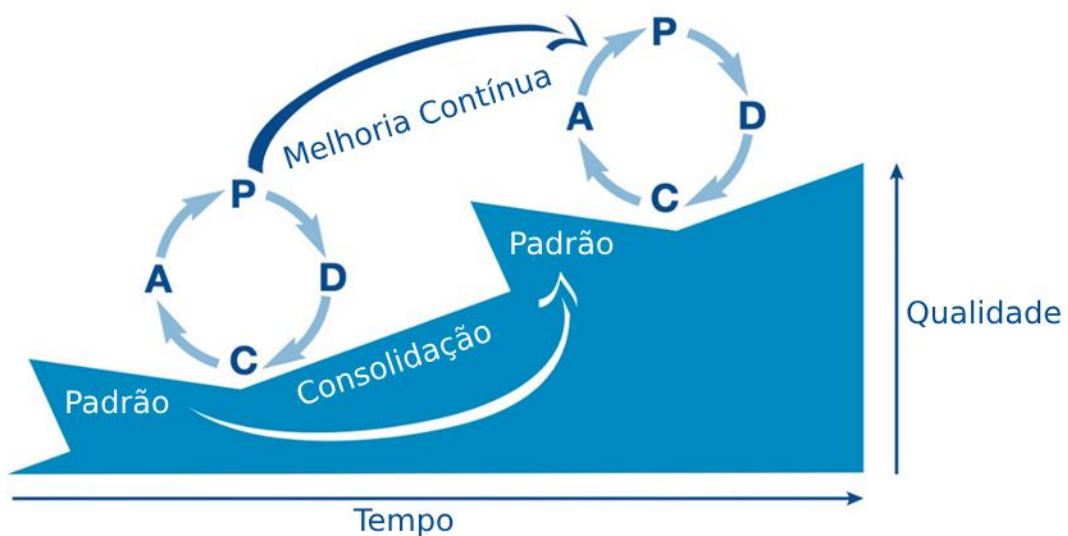


Figura 4 – Esquema de Melhoria Contínua (Plan, do, check, act (PDCA), 2020) adaptado

### 2.1.5 Ferramentas Lean

As ferramentas *Lean* integram-se num sistema e devem ser utilizadas para eliminar ou diminuir os *mudas*, *muris* ou *muras* presentes nas empresas. Uma ferramenta tem um determinado fim e isso deve estar presente aquando da sua utilização. O conhecimento do mesmo permite compreender quando a sua implementação é pertinente e ajustada. No entanto, para além da compreensão das ferramentas individualmente, deve entender-se a sinergia entre elas e da sua aplicação (Figura 5).

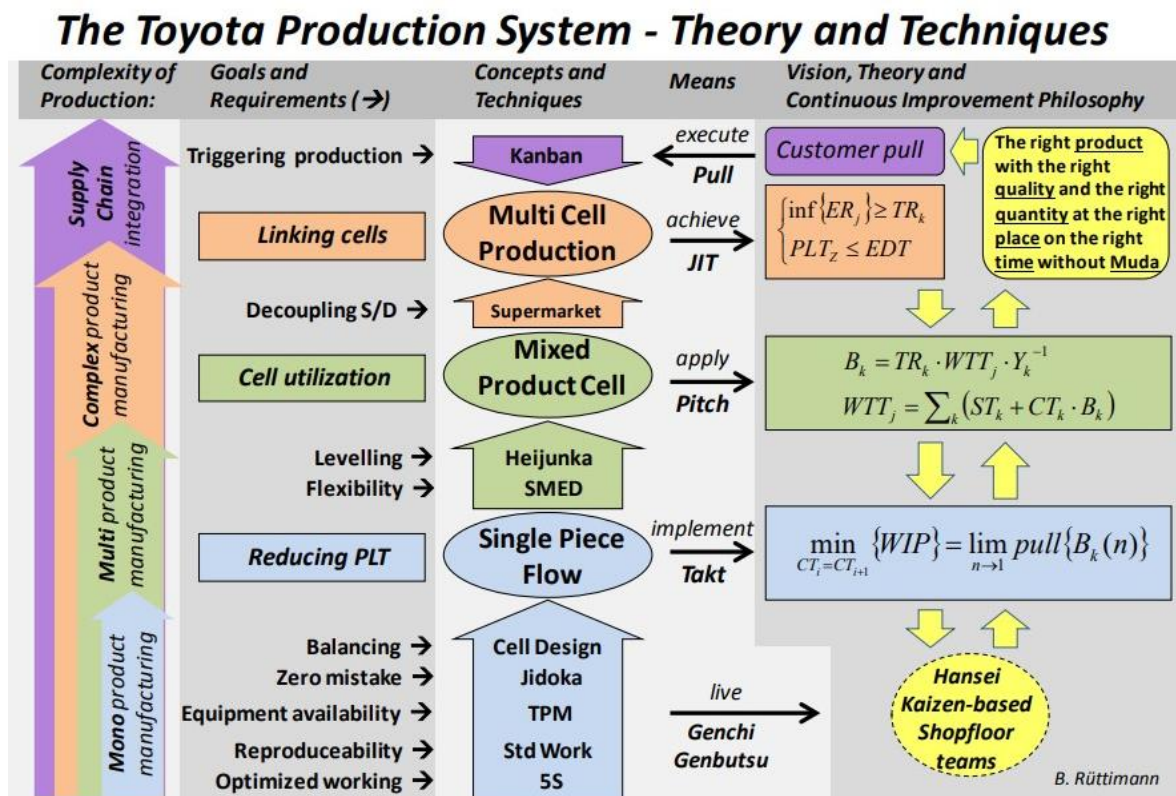


Figura 5 – Sistema Toyota de Produção (Rüttimann, 2018)

### 2.1.6 Ferramenta 5S

A ferramenta 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*) visa a otimização do trabalho através da organização sustentável e também maior visibilidade e transparência dos problemas. A lógica inerente é que se todos os elementos presentes num determinado processo estão limpos, arrumados, limitados ao que é necessário é mais fácil detetar anomalias no processo e serão diminuídos diversos *mudas* (Ortiz & Park, 2010).

Para esse efeito, é feita, inicialmente, a triagem que implica a classificação de todos os objetos presentes, a sua separação e possível descarte. Numa segunda fase, a arrumação onde se pretende que os objetos sejam organizados e etiquetados. Em terceiro lugar, há a limpeza onde se pretende perceber o que gera lixo, sujidade ou outro distúrbio e encontrar medidas para combater esses desperdícios. Há depois a padronização que permite a manutenção dos processos realizados anteriormente. Por fim, é necessária disciplina para que exista o funcionamento pleno desta filosofia *Lean* (Ortiz, 2015), (Lopes et al., 2019).

### 2.1.7 *Standard Work*

*Standard Work (SW)* é a normalização de processos, através da sua análise, documentação, e exposição de boas práticas, sequência de trabalho, ferramentas, consumíveis e outros pontos de inventário. Assim, há a criação de um padrão das melhores práticas conhecidas e do modo de funcionamento dos processos (Pereira et al., 2016). O propósito desta ferramenta é facilitar ou tornar possível a identificação de oportunidade de melhoria, uniformizar e garantir que existe uma base onde se possa melhorar continuamente e de forma sustentável. Sendo, deste modo, um dos pilares da melhoria contínua (Liker & Meier, 2005).

É necessário considerar, no entanto, que para que um processo seja passível de ser padronizado tem de estar suficientemente estabilizado, ser repetível, os equipamentos serem fiáveis e os defeitos serem mínimos (Liker J. , 2020). A tentativa de aplicar estes conceitos sem respeitar estes requisitos pode provar-se ineficiente e sem grandes resultados.

Existem documentos que auxiliam no processo de padronização, tais como: *Standardized Work Chart, Standardized Work Combination Table, Production Capacity Sheet, Yamazumi Charts* e instruções de trabalho (Productivity Press Development Team, 2002).

### 2.1.8 *Gestão Visual*

A *Gestão Visual (GV)* ou *Mieruka* visa potenciar e promover a manutenção das ferramentas apresentadas anteriormente, tornando os processos e a organização mais intuitivos (5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation, 1995).

Esta ferramenta tem como objetivo identificar elementos, informar, dar instruções ou permitir um planeamento mais transparente. Galsworth (2013) descreve que “um local de trabalho visual é um ambiente de trabalho auto-ordenado, autoexplicativo, autorregulador e auto-aperfeiçoador”.

### 2.1.9 *Kanban*

*Kanban* é um sistema *pull* que se baseia num sinal para uma dada ação que, geralmente, é o abastecimento de itens de forma que este seja feito apenas quando é necessário. Os sinais podem ser sonoros, através de cartões com as instruções pertinentes, luzes ou outro (Dailey, 2010). Neste caso de estudo, é usado um “*Kanban space*” que se baseia na remoção dos itens a montante, o que dá um sinal a jusante para a produção e posterior reabastecimento. Este reabastecimento é feito somente quando o espaço está vazio e limitado à quantidade representada (Rother, 2009).

### 2.1.10 *Heijunka*

Heijunka ou balanceamento de linhas de produção é sequenciar a produção do mix de produtos e respetivas quantidades de forma nivelada. A sua aplicação ocorre numa fase de maior maturidade na aplicação de ferramentas Lean, visto terem de ser cumpridos certos requisitos antes da sua implementação (Hunt, 2022):

- Baixa variância dos processos;
- Mudança de ferramenta rápida;
- Fiabilidade das máquinas;
- Padronização;
- Formação adequada;
- Informação necessária.

### 2.1.11 *Lean information management*

A gestão de informação também comporta desperdícios que dificultam ou inviabilizam o trabalho. Segundo Hicks (2007), a informação tem a si associado 4 desperdícios principais que se relacionam com os sete *mudas* genéricos enunciados anteriormente:

- Tarefas realizadas para compensar a falta de informação (sobrepesamento);
- Tempo e recursos utilizados na compreensão de que informação deve ser (espera);
- Tempo e recursos utilizados para tratar excesso de informação (sobrepesamento);
- Tarefas com o intuito de verificar e corrigir informação, assim como todas as atividades que ocorrem pela utilização de informação errada (defeitos).

Ao longo dos anos, vários softwares foram criados para comportar a informação relacionada a todas as áreas do negócio. Assim, a utilização de um sistema integrado, ERP (*Enterprise Resource Planning*), tornou-se imperativa para a competitividade de uma empresa. Sem recurso a esta tecnologia, muito dificilmente será capaz de gerir com rigor e fiabilidade, criar um padrão de funcionamento e melhorar de forma contínua ou disruptiva os seus processos.

### 2.1.12 Single Minute Exchange of Die

Single Minute Exchange of Die (SMED) tem como objetivo reduzir o tempo necessário para o *setup* num determinado recurso. Assim, é feita uma identificação e análise do *setup* atual, definindo e separando o *setup* interno e externo. O *setup* externo contém atividades que podem ser realizadas durante o funcionamento da máquina, tais como preparação e limpeza. O *setup* interno são atividades que não podem ser feitas com a máquina em funcionamento, este inclui, por exemplo, montagens e calibrações. É feita a análise e otimização dos *setups*, transformando *setups* internos em externos. Seguidamente, simplifica-se o processo de *setup*, eliminando ou diminuindo ajustes, desperdícios de movimento e espera, entre outros. Por fim, após a implementação e teste do novo *setup*, deverá ser feita a sua padronização e as atualizações periódicas necessárias (Shingo, 1985).

### 2.3 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa também denominado de diagrama de causa-efeito ou diagrama de espinha de peixe é uma ferramenta de qualidade cuja utilidade é auxiliar na identificação de causas para um dado problema ou efeito. A ferramenta resume-se a, depois de identificado o problema, identificar as principais categorias, havendo já algumas causas genéricas como é o caso dos 5M's (*Manpower, Machines, Materials, Methods,*



*Measurements*). Depois é necessário perguntar “Porquê?”, e após encontradas respostas, perguntar novamente até estar satisfeito com as subcausas (Goetsch & Davis, 2014), (Duffy, 2013).

## 2.4 Key Performance Indicators (KPI)

**Lead time** – tempo desde que o cliente faz a encomenda até o produto ser entregue. Pode também referir-se ao tempo que uma parte ou produto demora para fazer um processo ou cadeia de valor (Rother & Shook, 1999).

**Tempo de ciclo** (*cycle time*) – Tempo entre 2 conclusões (ou inícios) de um dado processo, isto é, o tempo que é necessário para repetir os passos do processo ou a real frequência de concretização do processo. Considerando assim a definição mais tradicional de tempo de ciclo (Hill, 2012).

**Pitch time** – calculado multiplicando o *takt time* pelo lote a ser transportado, define o tempo projetado para a produção desse mesmo lote. Desta forma, é possível definir um tempo de recolha do lote e dar a instrução de produção do produto ou parte em causa (Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA, 1999).

## 2.5 BPMN

BPMN é uma notação que visa ser padrão e ser compreendida por intervenientes de diversas áreas (Sherry, 2011). No contexto do presente trabalho, será utilizada para o mapeamento do fluxo dos arrefecedores e para o efeito destacam-se alguns dos elementos da notação:

Nome	Breve descrição	Imagem
<b>Pool</b>	Permite representar os diferentes participantes em colaboração.	
<b>Lane</b>	Permite representar os diferentes participantes em colaboração de forma mais específica.	
<b>Group</b>	Permite agrupar elementos de um processo que estão relacionados.	
<b>Annotation</b>	Permite deixar um comentário para melhor compreensão do diagrama.	
<b>Task</b>	Tarefa a ser realizada.	
<b>Sub-Process</b>	Processo colapsado.	
<b>Data Object</b>	Representa informação gerada ou necessária para um dado elemento do processo.	
<b>Sequence Flow</b>	Representa a ordem pela qual as diferentes atividades são realizadas no processo.	
<b>Message Flow</b>	Representa o fluxo de informação entre os participantes.	
<b>Association</b>	Ligação de elementos do processo e informação.	
<b>Gateway Exclusive</b>	Decisão exclusiva (A ou B)	
<b>Gateway Parallel</b>	Decisão paralela (A e B).	
<b>Gateway Inclusive</b>	Decisão inclusiva (A e/ou B).	

Figura 6 – Elementos de Modelação BPMN utilizados (omg.org)

## 2.6 Lean em Engineer-to-Order

A Duritcast tem um ambiente *Engineer-to-Order (ETO)*, fazendo o projeto do produto como resposta a um pedido do cliente. Desta forma, o *lead time* do produto inclui tudo desde o projeto até à expedição. Este modelo de negócio configura uma vantagem

competitiva na personalização, mas traz grandes desafios na implementação de metodologias *Lean*. Não deixando a sua implementação de ser importante, é mais complexa, limitada e demorada. Variáveis que agravam a implementação incluem: grande personalização; baixo volume de produção; elevada variabilidade de *mix* de produtos e processos; elevado *lead time*; elevado número de tarefas; elevados tempos de ciclo; trabalho realizado geralmente num local fixo e de forma manual (Lean manufacturing tool in engineer-to-order environment: Project cost deployment, 2019), (Hill, 2012).

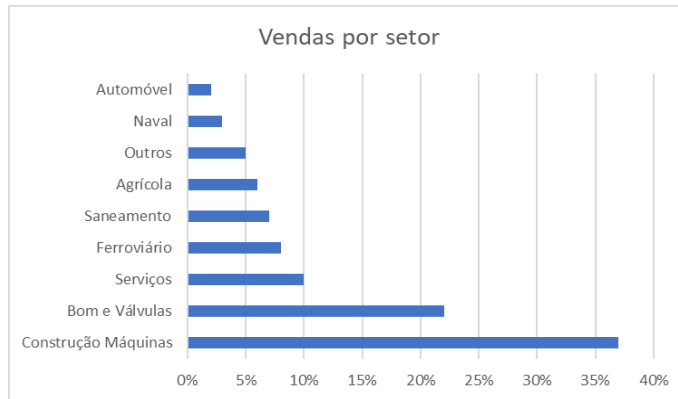
## 3 Caso de Estudo

### 3.1 Descrição da empresa

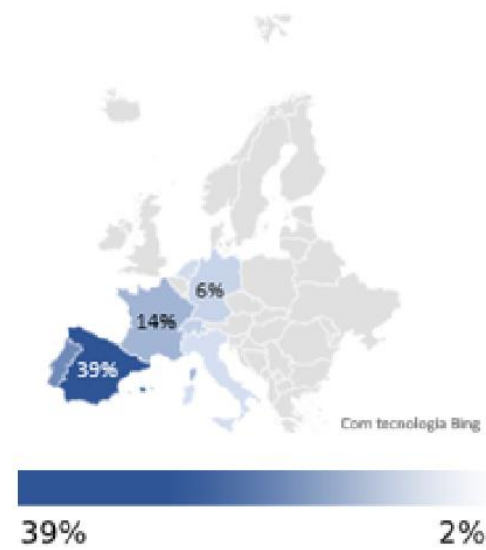
A Duritcast pertence ao grupo Durit e produz peças fundidas sobretudo em ferro, mas também em aço à medida e de acordo com os requisitos do cliente (*Engineer-to-Order*). Deste modo, tem um modelo de elevada variedade (Figura 7) e reduzido volume com pequenas e médias séries. Fazem peças com vários níveis de complexidade, com pesos de 5 a 6000 kg em inúmeras ligas e com diversas finalidades (Figura 8). Os clientes localizam-se na Europa (Figura 9) e cerca de 75% da produção é exportada.



Figura 7 - Exemplo de peças variadas produzidas pela empresa



**Figura 9 - Vendas por setor**



**Figura 8 – Vendas da Duritcast por país**

A empresa utiliza um sistema ERP que permite gerir de forma integrada diversas funções do negócio da empresa (Magal & Word, 2011) que, no caso, é o *PHC CS* da empresa *PHC Software*. A Duritcast segue uma organização hierárquica tradicional, estando a mesma representada pelo organograma (Figura 10).

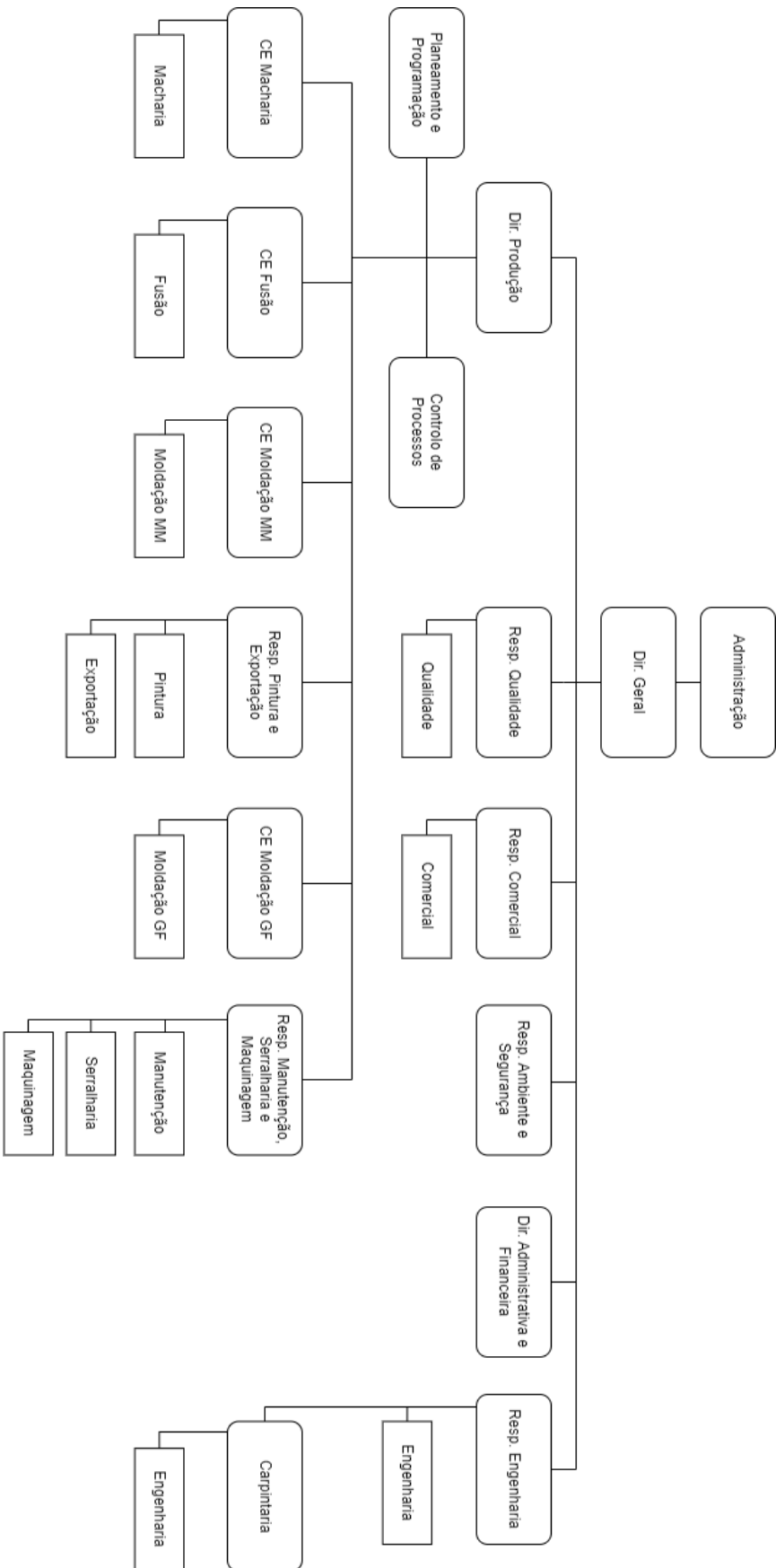


Figura 10 - Organograma da Duritcast

### 3.2 Descrição do Processo Produtivo da empresa

Tratando-se de uma empresa ETO, o processo é complexo e variável. Há etapas do processo que são obrigatórias para todas as peças mesmo que variem em tempo, recursos e dificuldade. Existem ainda outras que são executadas apenas se especificado no projeto (representadas por "\*" na figura 11). Encontra-se representado, de forma muito simplificada, o processo produtivo da empresa:

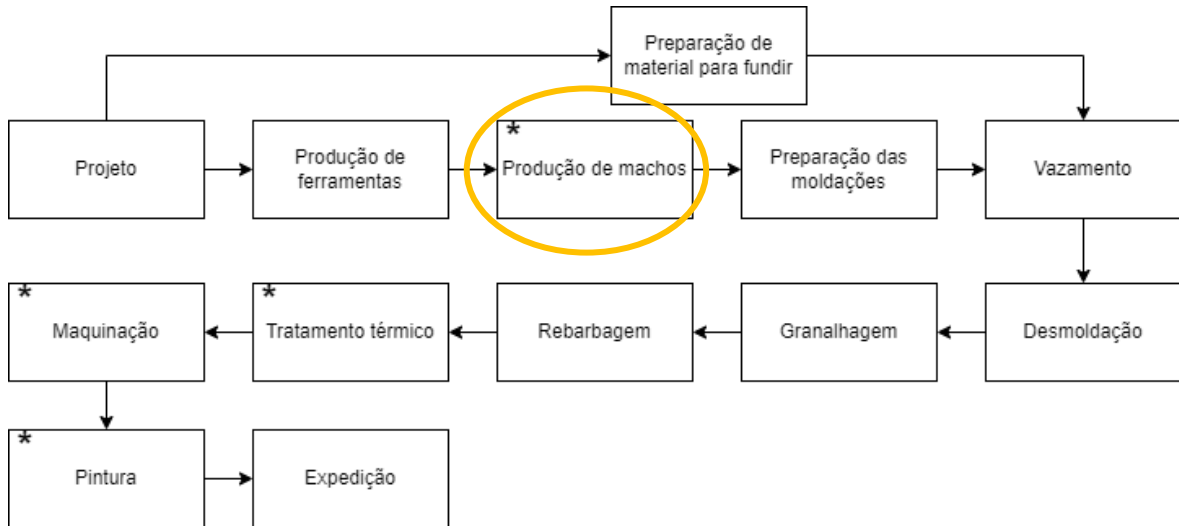


Figura 11 – Contextualização da secção a tratar no Macro Processo da Duritcast

Primeiramente, é feito o projeto onde é analisado e adaptado o modelo do cliente para que a sua produção seja elegível. Aí são também modeladas as ferramentas necessárias (moldes e caixas de macho), é simulado o enchimento da peça, a definição de elementos a colocar e os parâmetros. Em suma, é feita toda a preparação sob o ponto de vista de projeto para que a peça seja produzida com sucesso.

As ferramentas projetadas anteriormente são produzidas na carpintaria e serralharia da empresa ou subcontratadas. No caso de ser definida a necessidade de machos, estes são produzidos na macharia ou subcontratados. A macharia será objeto de melhoria no decorrer do documento e será descrita posteriormente em mais detalhe.

A preparação das moldações pode ser feita na linha automática ou manual. Nesta fase, são preparados os moldes que definem a peça. Este processo é feito com areia verde onde são colocados os elementos necessários, tais como arrefecedores, camisas ou machos. No vazamento, o metal fundido é vazado nas moldações preparadas

anteriormente. Para obter este metal fundido, foi necessária uma preparação prévia onde é feita uma mistura de sucata, grafite e outros elementos na quantidade correta para a criação da liga pretendida.

Depois destes processos, é feita a desmoldação na grelha de desmoldação que, através de vibração, separa a peça do seu molde e da sua *gitagem*. A *gitagem* é o sistema de alimentação por onde entra o metal. Em seguida, granalha-se a peça com partículas esféricas de aço para a remoção de areia da superfície da peça. Na rebarbagem, como o nome indica, retiram-se as rebarbas, mas também qualquer excesso encontrado. Caso seja especificado, é feito o tratamento térmico, maquinação e/ou pintura. Finalmente, a peça pode ser expedida. O foco do presente trabalho é na produção de machos, envolvendo, contudo, outras partes do processo.

### 3.3 Descrição da Macharia

A macharia é responsável pela produção de machos cuja função é fazer as cavidades das peças com a geometria pretendida. O macho é destruído durante o processo de vazamento do metal, tratando-se de um produto intermédio com uma só utilização. O método de produção dos machos utilizado é o *Cold Box* que se baseia na mistura de areia e resina com um catalisador que acelera a sua reação.

#### 3.4.1 Machos

Os machos são peças constituídas por areia e resina. São produzidos, atualmente, em volumes e formas variados com peso entre 100 g e 60 kg, havendo mais de 1700 machos diferentes na base de dados da empresa (Figura 11). Os machos são relativamente frágeis e não podem ser armazenados ou transportados de forma a friccionarem com outros machos, terem peso mensurável aplicado neles ou que não estejam imóveis.



**Figura 11 - Exemplo de macho**

### 3.4.2 Processo de Produção

O processo da macharia, cujo SIPOC se apresenta na figura 12, inclui a mistura, a conformação do macho, o seu retrabalho e possível pintura e montagem.

Fornecedores	Entradas	Processo	Resultados	Cientes
<b>Armazém geral</b>	Caixa Macho	Produção de Machos	Machos	Moldação Automática
<b>Carpintaria</b>	Areia, Resina, Amina	Assemblagem		Moldação Manual
	Arrefecedores			
	Cola, lixa			

**Figura 12 – SIPOC da Macharia**

Serão sucintamente explicados os diferentes processos da macharia para uma contextualização mais clara do problema (Figura 13). Salienta-se a secagem após a produção dos machos, a montagem e a pintura onde os machos estão em repouso durante um determinado tempo. Esta secagem não tem nenhum recurso afetado, tratando-se do simples repouso do macho no carrinho ou palete onde está colocado.



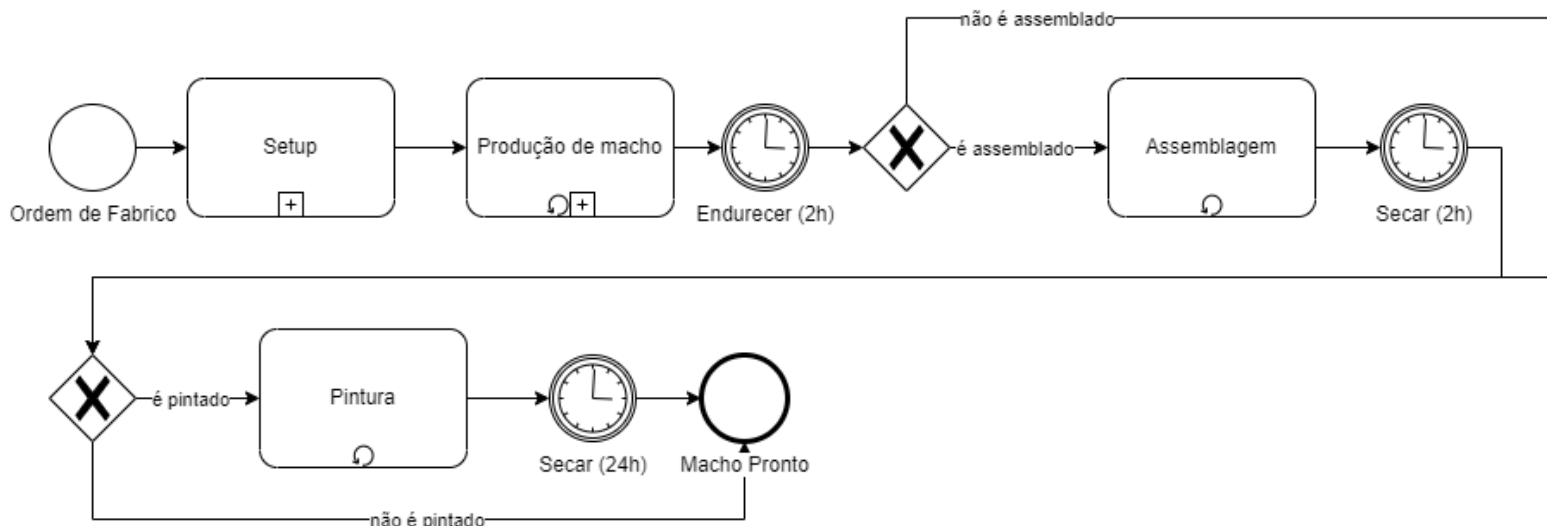


Figura 13 - Processo da Macharia

## Mistura e formação

Em primeiro lugar é misturada a areia e a resina num misturador que alimenta 3 máquinas de forma automática.

## Máquinas de produção de machos

As máquinas de produção de machos (Figura 14) têm a função de “disparar” a mistura feita anteriormente para a caixa de macho e adicionar o catalisador. O macho é depois trabalhado por um ou dois operadores para serem retiradas qualquer rebarba ou excesso com lixas e limas, assim como retrabalhar o macho com massa de reparação.



Figura 14 - Exemplo de máquina de produção de machos (Bicolor)

Cada máquina tem uma capacidade dimensional e produtiva diferente (Figura 15). Deste modo, por restrição física ou decisão, cada macho é afetado a uma máquina.

	Arabamendi	Bicor	H6.5 Genten
Dimensões suportadas para Cx de Machos (mm)	C= 690-1200 L= 300-755 A= 380-540	C= 400-700 L= 350-630 A= 380-680	C= 200-450 L= 150-300 A= 210-310
Ano	1990	1999	1970
Nº Referências Simultâneas	1	3	1
Tempo de processamento da máquina (min)	1,1 – 2,5	0,9 – 2	0,8-1,5

Figura 15 – Tabela Máquinas Macharia

Entende-se por *tempo de processamento da máquina* o tempo que esta demora a produzir um macho, não contabilizando o tempo do trabalho do operador no macho. Este valor depende não só do mecanismo da máquina como também da dimensão e geometria do macho.

### Caixa de Machos

As caixas de machos são ferramentas projetadas para a produção de 1 ou mais machos e apresentam o molde que define a geometria do mesmo (Figura 16). Têm de estar adaptadas não só ao macho a produzir, mas também à máquina que as vai utilizar.



**Figura 16 - Exemplo de Caixa de Machos aberta**

## **Pintura**

A pintura é feita com tinta com propriedades refratárias para tornar o macho mais resistente ao processo de vazamento do metal. Nem todos os machos, dadas as suas características ou as da peça, necessitam de pintura. O processo limita-se a que o operador coloque o macho na tina de tinta (Figura 17) e o coloque novamente na palete.



**Figura 17 - Tina de Tinta para Machos**

Depois de feita a pintura, são necessárias 24h a 48h, dependendo da humidade e temperatura ambiente, para que o macho seque. Visto que a secagem é feita apenas colocando o macho em repouso sem auxílio de nenhum recurso ou estrutura adequada, o tempo de secagem varia, em geral, de acordo com a estação do ano.

## Assemblagem

A assemblagem é o processo de unir dois ou mais machos com cola. Este processo não tem uma zona específica para ser feito. Sendo normalmente feito na palete onde um dos machos já se encontra. Requer assim que o colaborador execute a tarefa de forma pouco ergonómica.

### 3.5 Descrição do Problema

A linha da macharia representa um gargalo no processo produtivo da empresa, o que justifica a procura e resolução de ineficiências na secção.

De acordo com os dados recolhidos pela empresa, 20% do tempo de produção em 2022 foram paragens não programadas nas máquinas (Figura 18). Foram também discriminadas estas paragens pelas principais causas. Estas incluem limpeza, avaria da máquina, falta de areia, mudança de ferramenta e outros (Figura 19).

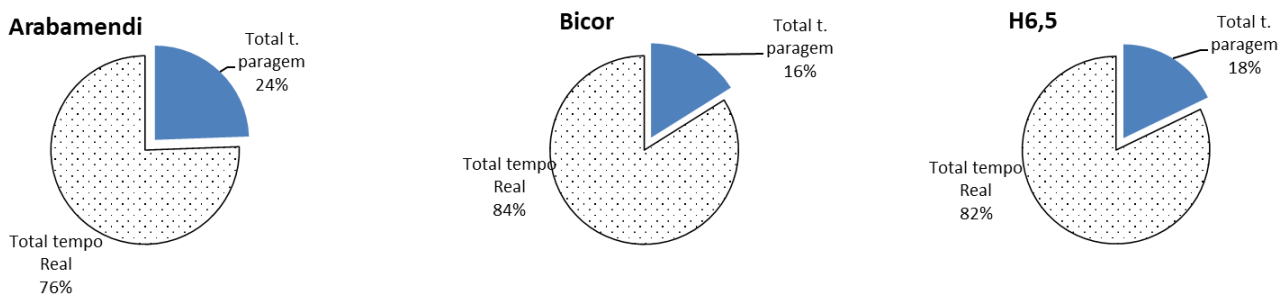


Figura 18 - Tempo de Paragem vs. Tempo Real em cada máquina

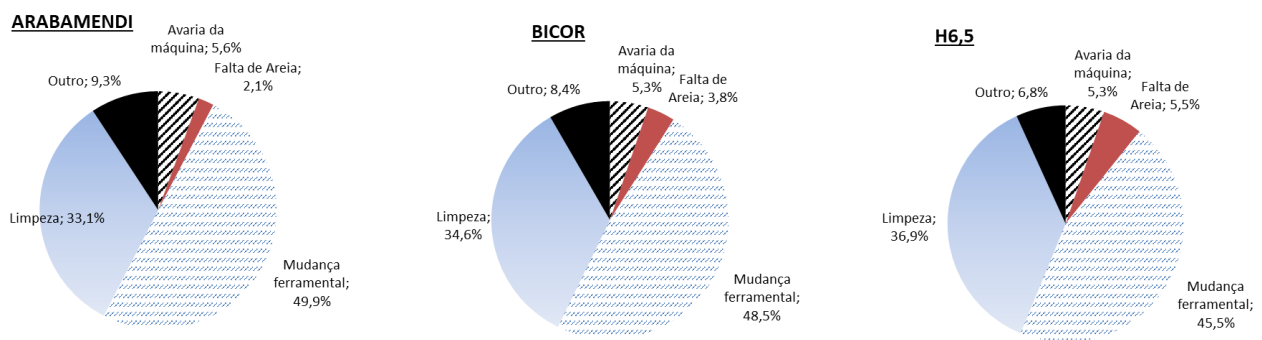


Figura 19 - Motivo de Paragem por Máquina em 2022

Estes dados foram tratados a partir de folhas de registo, elaboradas para o efeito. Estima-se que o valor associado às paragens seja ainda maior que o registado, dada a dificuldade em registar pequenas paragens e a imprecisão nos registos. No entanto, trata-se de um valor já substancial e permite perceber o impacto das diferentes causas de paragem, sendo claro que a mudança de referência é a causa com o maior valor, seguindo-se a limpeza.

### 3.5.1 Identificação de Causas

Foi feito um estudo sobre as causas para a falta de eficiência na macharia através de observação no *Gemba*, análise dos dados e conversas com vários colaboradores com várias funções, de que resultou o diagrama da figura 20.

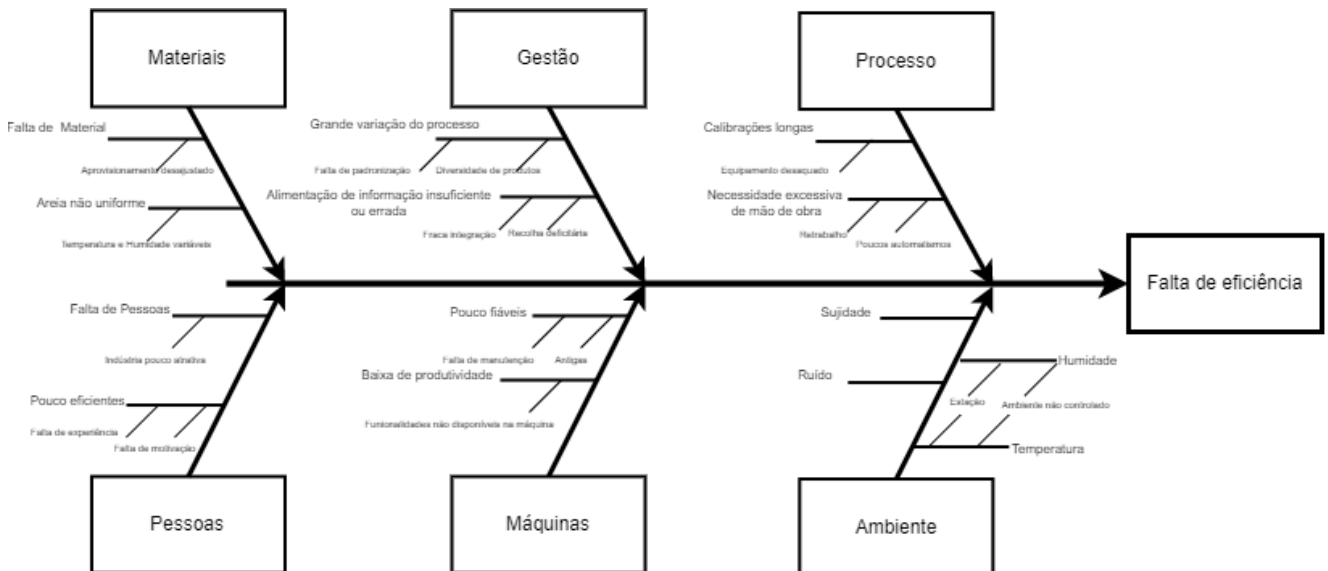


Figura 20 - Diagrama de Ishikawa para a Falta de eficiência na Macharia

Depois de descritos os problemas, é possível depreender que a falta de padronização que inclui a falta de informação útil, assim como a falta de manutenção nas máquinas e os recursos humanos são os três pilares da ineficiência do processo. Todos os problemas descritos contribuem em grande medida, sendo difícil avaliar o efeito de alguns deles. No entanto, foi dada prioridade à padronização do processo visto que a mesma serve como base para uma mais fácil e eficaz resolução dos outros problemas mencionados. Primeiro tem de ser possível descrever o processo, as suas necessidades, organizá-lo e criar

padrões para que seja possível melhorar o mesmo. Deste modo, concluiu-se que a implementação de 5S's e *Standard Work* seriam mais indicadas numa primeira instância. Seguidamente será ajustado aplicar SMED e *Total Production Maintenance* (TPM) para diminuir o tempo de mudança de ferramenta e melhorar a manutenção.

## 4. Estudo prático

### 4.1 Standardized Work

Foram feitos estudos sobre as tarefas realizadas no processo de conformação dos machos. Sendo necessário dar uma pequena contextualização sobre os conceitos específicos da ação.

Através da observação e medição de tempos foi feito um documento Excel descrevendo todas as tarefas na produção de um macho e respetivos tempos por máquina em diferentes referências. Dado que cada referência tem uma complexidade e tarefas associadas diferentes e não existe tecnologia de suporte à recolha dos indicadores dos centros de trabalho, foi feita uma análise de algumas referências apenas. Analisaram-se filmagens (Figura 21) de forma crítica para poder perceber e mapear o processo de produção de macho e de *setup* nas máquinas.

Duração		01:04	Produção Macho na Genten H6.5
Tempo			
Início	Fim	Acontecimento	
00:00:00	00:00:35	Produção de 2 macho simultâneos	
00:00:00	00:00:07	Colocação da placa de gaseamento	
00:00:07	00:00:50	Trabalho da máquina	
00:00:08	00:00:14	Corte do excesso do macho com a mão	
00:00:14	00:00:22	Lixar macho na parte partida com lixa em madeira	
00:00:23	00:00:35	Retirar rebarbas com lima	
	00:00:34	Colocação do macho na caixa	
00:00:35	00:00:50	Espera pela máquina	
00:00:50	00:00:52	Retirar placa de gaseamento	
00:00:53	00:00:57	Retirar machos da caixa de machos	
00:00:58	00:01:03	Colocação da placa de gaseamento	

Figura 21 - Análise de filmagem de produção de macho na máquina Genten H6.5

Depois de feita a análise das filmagens, a análise no *Gemba* e mapeado o processo foram desenhadas *Standard Work Charts* (Figura 22 e 23). O tamanho da amostra para o cálculo destes machos foi também variável, visto que o tempo de produção e o tamanho das séries é muito diferente.

Produção de Macho											
#	Tarefa	Descrição	Equipamento utilizado	nº Op	Tempo		Type of non-value	Total	Total		
					Value	Non-Value					
1	Colocar arames na tampa para suporte	Colocação de arames deformados na tampa da caixa	arame	1	00:00	00:00	Outros	00:00	0%	Lead Time Processo	17:34
2	Colocação de elementos na caixa	Colocação de diversos elementos na Caixa de machos: Arrefecedores, Suportes, Arames		1	00:00	00:25	Transporte de Material	00:25	2%	Cycle Time	14:11
3	Fechar Caixa de Macho	Processo de colocação da tampa da Cx de Macho	Nivel	2	00:00	00:37	Transporte de Material	00:37	4%	Waste (%)	79%
5	Encher molde (máquina)	Trabalho da máquina é contabilizado como uma atividade com valor, o ato de "soprar os bicos de sopro" feito pelo trabalhador é considerado como non-value	Ar comprimido	1	03:37	01:14	Limpeza	04:51	28%	Refugos	0
6	Abrir Caixa de Macho	Processo de remoção da tampa da Cx de Macho	Nivel	2	00:00	01:02	Transporte de Material	01:02	6%		
7	Retirar Macho	Processo de retirar o Macho da Cx de Macho e colocá-lo no posto de trabalho	(Nivel)	2	00:00	01:34	Transporte de Material	01:34	9%	NºMachos considerados	3
8	Limpar Caixa	Limpar areia presente na caixa	Ar comprimido	1	00:00	00:31	Limpeza	00:31	3%	Tempo considerado	09:38:00
9	Trabalho no Macho	Retrabalho de diversas formas: alisar rebarbas, retirar bicos de sopro, colar e reparar	Limas, Lixas, Massa de Reparação, Cola, Amina, Ar comprimido, Areia	1	00:00	08:14	Retrabalho	08:14	47%		
10	Pousar o Macho	Processo de retirar o macho do posto de trabalho para o veículo de transporte	(Nivel)	1 a 2	00:00	00:20	Movimento	00:20	2%		
<b>Total</b>						03:37	13:57	Lead Time Processo	17:34	100%	

Figura 22 - Standard Work Chart - Exemplo 1



Figura 23 - Exemplo de Resumo de Indicadores do Macho

Mesmo havendo uma variabilidade considerável, foi possível concluir que na máquina Arabamendi, onde é mais crítico, a produção de um macho tem uma percentagem



de desperdício entre 60 e 85%, que os tempos de setup variam entre 40 e 180 minutos, o tempo de produção de um macho entre 6 e 18 minutos. Foi possível denotar que os indicadores são também variáveis dentro da mesma referência dada a falta de padronização e condições da máquina (Figura 22 e 23).

#### 4.2 Aplicação SMED na máquina Arabamendi

A máquina em questão apresenta uma grande falta de fiabilidade e tempos de *setup* muito altos, como se concluiu no apuramento de causas de ineficiência do setor da macharia.

É importante definir tarefas de manutenção preventiva e autónoma e realizar projetos para redução de tempo de mudança de ferramenta. Atualmente, este processo pode ser representado da seguinte forma (Figura 24):

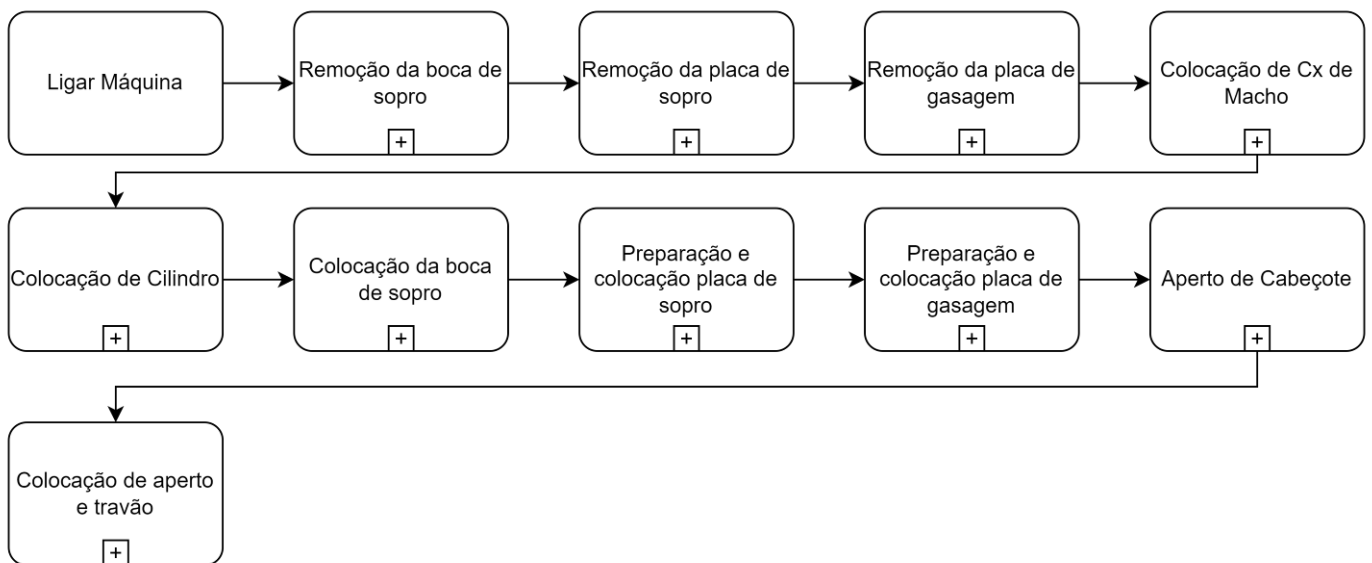


Figura 24 - Processo de Mudança de ferramenta da Arabamendi – Atividades internas

O departamento de engenharia já se encontrava a trabalhar num projeto para uma placa de sopro única e *standard* que permite remover por completo a tarefa de troca de boca de sopro e substituir a troca da placa de sopro por um ajuste. Outro projeto é a alteração para um sistema de faca para diminuir o tempo de limpeza.

Mudanças nestas atividades requerem integração de diversas equipas e também na sua maioria requerem um conhecimento do processo e técnico aprofundado. O foco do

presente trabalho é sobretudo sobre a otimização de atividades externas, contudo o esforço feito pela empresa neste sentido contribuiu positivamente para a diminuição do tempo de *setup* e maior estabilização do processo.

### 4.3 Alimentação do processo e preparação de encomenda

Há uma grande quantidade de consumíveis e equipamentos necessários para o bom funcionamento do processo. Devido à natureza desses mesmos itens e da organização da empresa, estes provêm de locais diferentes da fábrica. Idealmente, estes itens deveriam encontrar-se convenientemente perto, a sua localização ser de fácil conhecimento, existirem em quantidade suficiente e no local correto quando são necessários. Tal raramente acontece, o que resulta em tempo perdido, erros e, por consequência, custos.

No que diz respeito a ferramentas e consumíveis de uso frequente nas mesas de trabalho, foi feita uma primeira organização onde se retirou o que era prescindível (*Seiri*) e foram organizados por categorias (*Seiton*). Desta forma, foi possível alcançar um nível de organização mais satisfatório, mesmo que insuficiente.

#### 4.3.1 Organização das placas de gasagem e sopro

Foram organizadas as placas de sopro e gasagem na máquina Genten H6.5. Foi feito o modelo 3D das placas para facilitar o projeto, depois foram adicionadas ao software PHC criando o respetivo código e gravando-o nas respetivas placas (Figura 25). Deste modo, tornou-se possível atribuir a placa a ser usada a uma determinada peça, reduzindo o tempo



Figura 25 - Exemplo de Placa de Gasagem Marcada

de calibração e *setup*, diminuindo erros e tornando o processo mais transparente.

Foi também modelada uma estante dedicada para que as placas estejam organizadas, devidamente identificadas e que a sua manipulação seja mais ergonómica. A mesma foi depois produzida pela serralharia da empresa (Figura 26). Foram colocadas também etiquetas com os últimos 3 dígitos do código e separadas por cores, sendo azuis para gasagem e brancas para sopro.

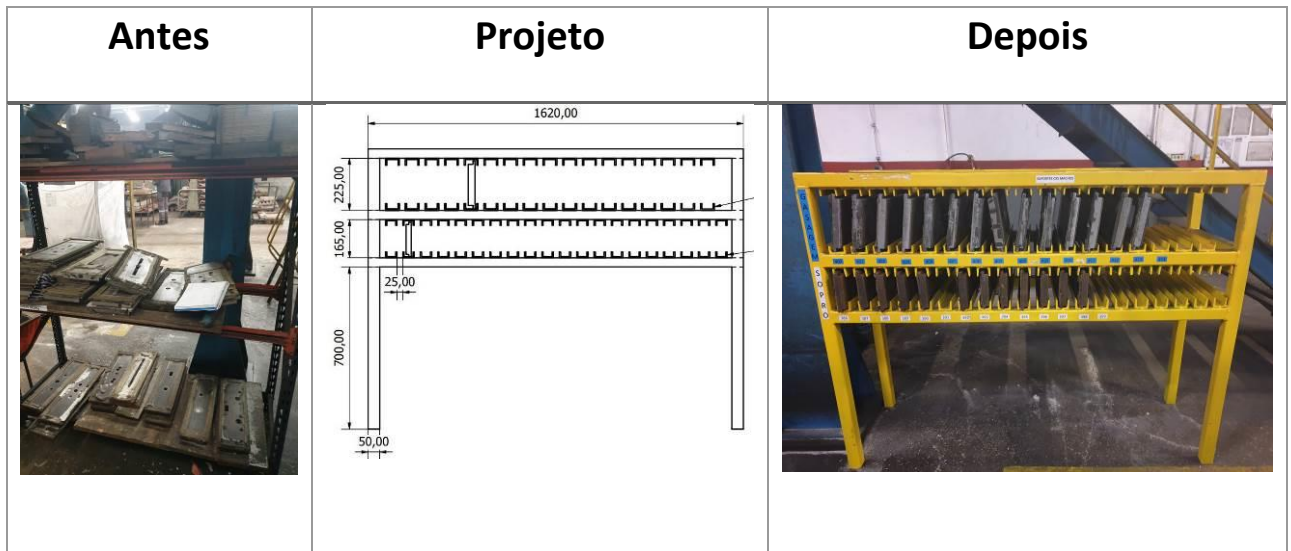


Figura 26 – Esquema de progresso de placas

#### 4.4 Gestão de Arrefecedores

Os arrefecedores são peças cuja função é deslocar o ponto quente durante uma moldação, de modo a deslocar o *rechupe* para fora da peça. Estes podem ser colocados nos machos. Os arrefecedores no presente contexto são de ferro cinzento, têm formas muito variadas e estão distribuídos desordenadamente pelo chão de fábrica.

Dada a crescente diversidade e quantidade de arrefecedores, assim como as secções diferentes que os utilizam, foi prioritário melhorar a sua gestão e arrumação. Os problemas com os arrefecedores incluem: utilização de arrefecedores não conformes; falta de formação sobre a sua utilização; tratamento não uniforme; utilização de arrefecedores errados; arrefecedores diferentes misturados; arrefecedores não identificados; diversidade de arrefecedores passível de ser simplificada; sobreprodução; dificuldade em quantificá-los e localizá-los; desarrumação.

Para resolver estes problemas, foram implementados 5S's e *Standard Work* num projeto para gerir estes elementos. Este projeto incluiu o mapeamento do fluxo dos arrefecedores, identificação de pontos críticos, arrumação de arrefecedores físicos, desenvolvimento de estruturas e documentos necessários, assim como a devida sinalização.

#### 4.4.1 Estudo do fluxo dos arrefecedores

Os arrefecedores são produzidos, utilizados e destruídos na própria empresa, sendo, desta maneira, a única responsável por todo o seu ciclo de vida. Várias secções participam neste ciclo, e para isso foi necessário explicitá-lo de acordo com o esquema abaixo que segue a notação BPMN 2.0 (Figura 27 e 28):

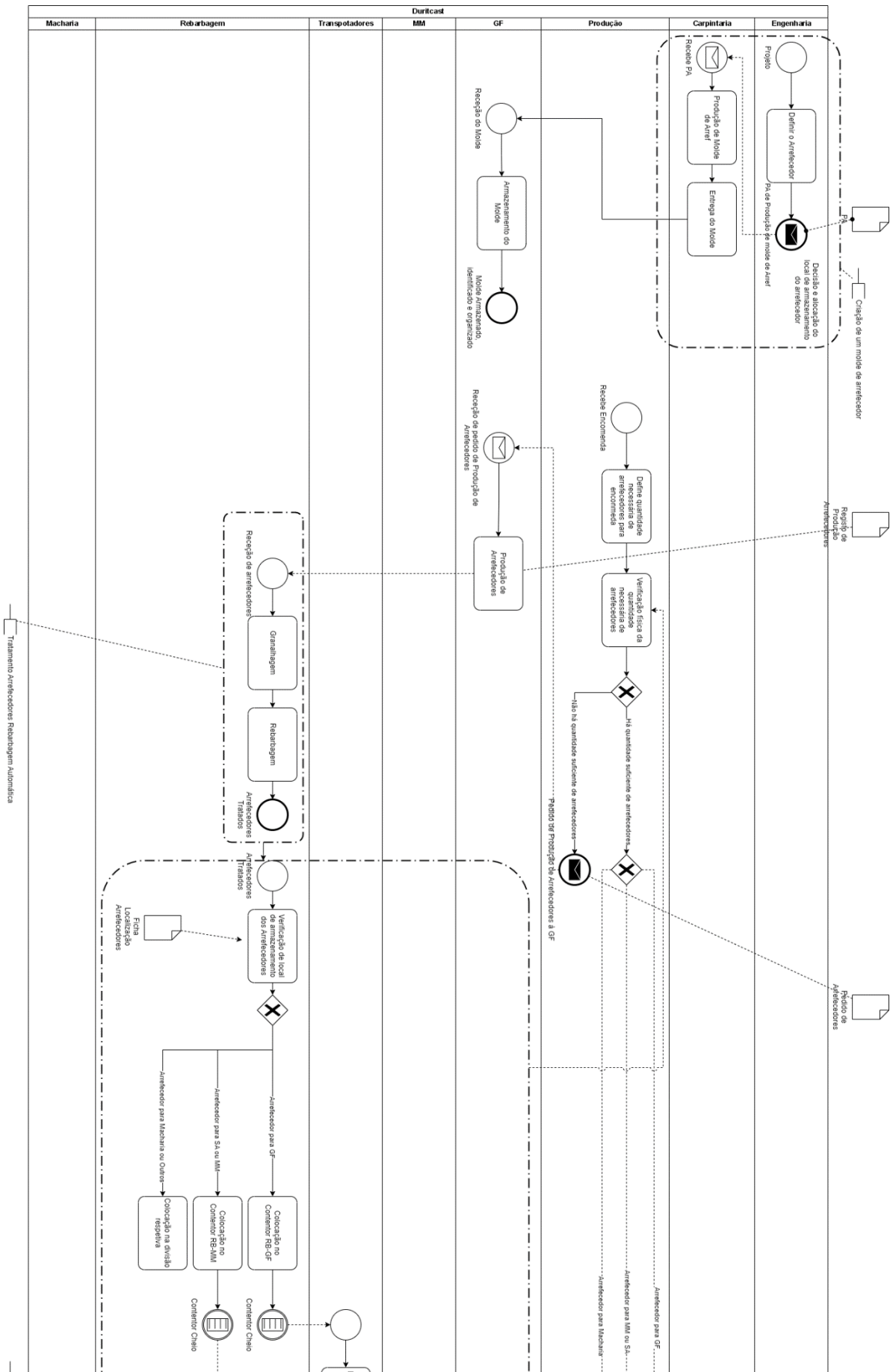


Figura 27 - Fluxo de Arrefecedores

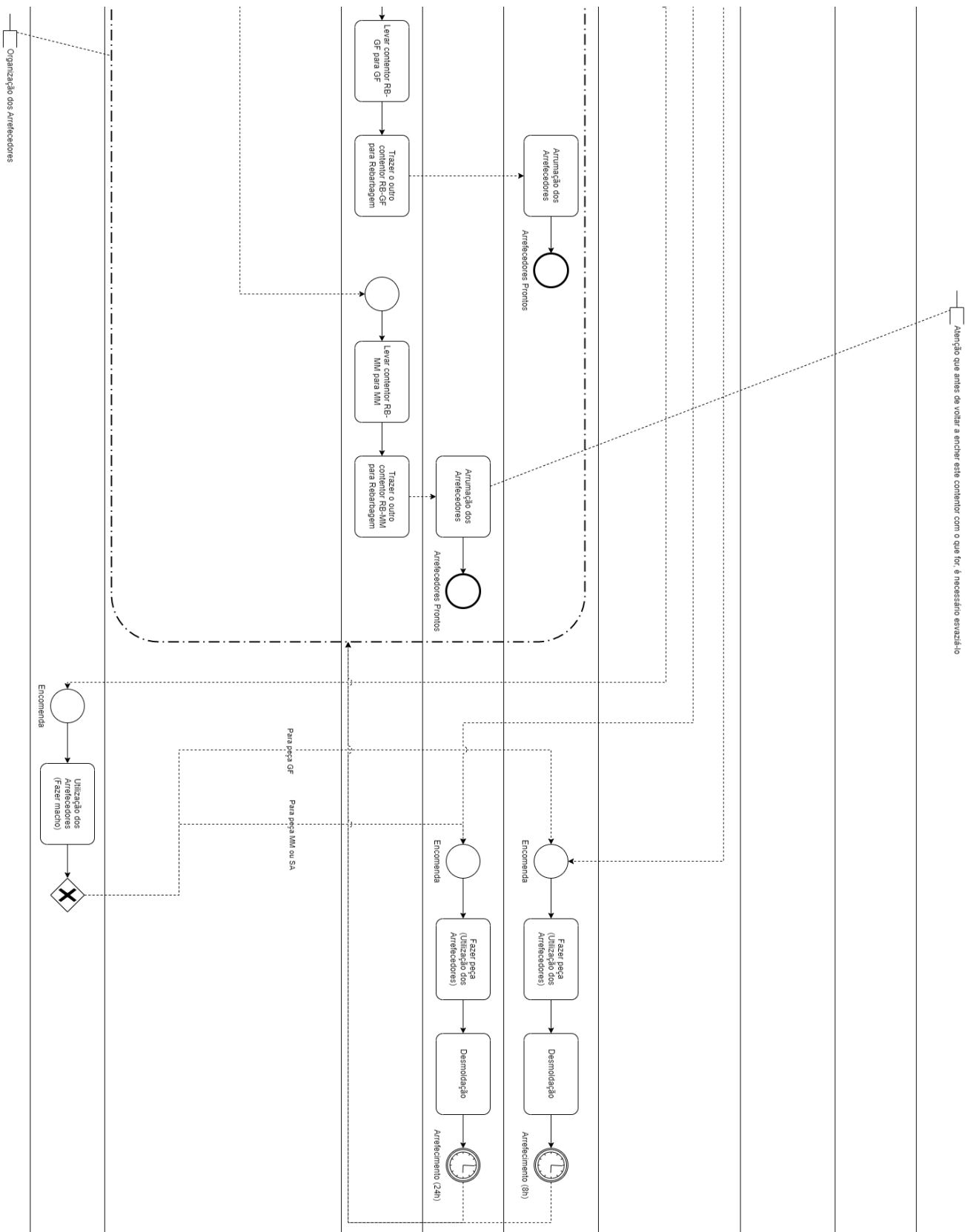


Figura 28 - Fluxo de Arrefecedores (continuação)

Foi necessária aplicação *feedback* iterativo com todos os envolvidos para a concretização do esquema de modo a melhor representar a realidade e certificar que o projeto suscitará uma melhoria. Desta forma fica claro o fluxo e comunicação entre as secções e departamentos, assim como as respetivas responsabilidades. Estão também representadas as ideias implementadas para tornar o fluxo mais orgânico e transparente. Nesta secção serão explicadas as fases mais importantes representadas no esquema anterior e a respetiva intervenção.

### **Criação do Arrefecedor**

Primeiramente, o modelo do arrefecedor é criado pelo departamento de Engenharia com o objetivo de ser utilizado numa peça concreta. Com alguma frequência é possível utilizar arrefecedores já criados, mas por vezes é necessária uma geometria específica para que tenha o efeito pretendido e esteja adequado à geometria da peça. Seguidamente, é emitido um “Pedido de Ação” para que o molde seja produzido na carpintaria, onde é atribuído um número e marcado no molde para que todos os arrefecedores produzidos estejam identificados digital e fisicamente de modo coerente.

### **Produção do Arrefecedor**

Seguidamente este molde é entregue e armazenado pela moldação automática que será responsável pela produção dos arrefecedores quando a mesma for ordenada. Mesmo que reutilizáveis, os arrefecedores tendem a ser danificados, desgastados, perdidos ou destruídos no processo. São considerados perdidos cerca de 3% dos arrefecedores após cada utilização. Dito isto, a sua produção pode ser requisitada no caso de nova produção, aumento da quantidade necessária e reposição da mesma.

Foi sugerida a utilização de um pequeno documento a ser preenchido por quem precisa dos arrefecedores, assim como um sequenciador para que seja possível a comunicação não síncrona visualmente intuitiva, a distribuição da responsabilidade, a existência de um registo, a transparência e organização. Foi também criado um registo da produção de arrefecedores para ser preenchido pelos operadores para evitar sobreprodução e controlar a produção.

Os moldes dos arrefecedores também devem ser arrumados devidamente para evitar erros na produção de arrefecedores. Para isso foi adaptada uma estante para que tivesse mais prateleiras e poder ter os moldes separados e organizados por intervalos. Por exemplo, a primeira prateleira tem os moldes do arrefecedor do 1 ao 20.

## Rebarbagem do Arrefecedor e Distribuição

Os arrefecedores são depois desmoldados e seguem para a rebarbagem automática onde são granalhados e rebarbados. Ficando, por fim, prontos a serem utilizados. Deste modo, esta é uma secção crucial para a sua distribuição correta.

A utilização dos arrefecedores pode ser feita pela macharia, moldação automática e manual. Maioritariamente, um tipo de arrefecedor é utilizado por uma só secção visto que são tendencialmente dedicados a uma peça. No entanto há arrefecedores com formas mais regulares, *Standard*, que são comuns a várias peças e secções, como se mostra no gráfico da Figura 29.

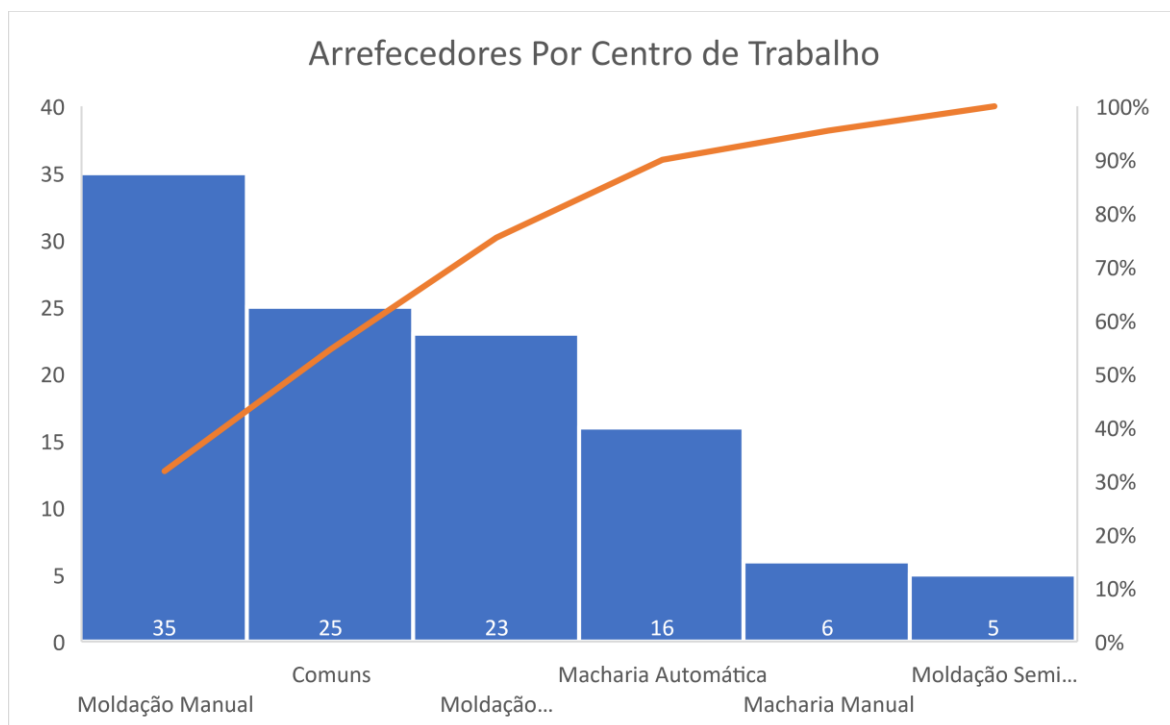


Figura 29 - Arrefecedores por Centro de Trabalho

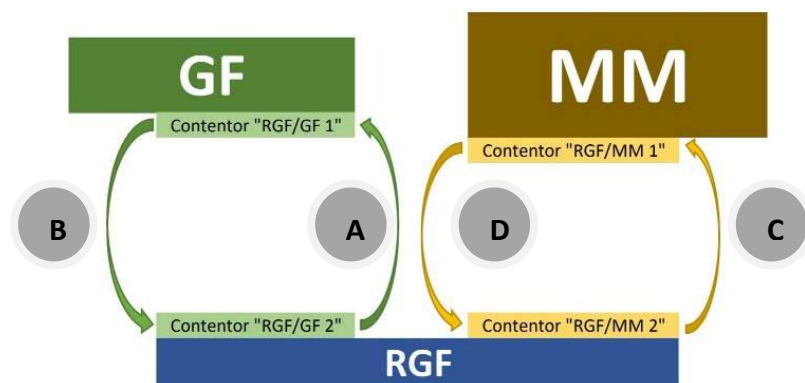
Faz parte das responsabilidades da rebarbação reencaminhar os arrefecedores para as moldações e organizar os arrefecedores da macharia (dado serem vizinhas e o armazenamento destes ser feito na rebarbagem). No caso de arrefecedores das moldações,



criou-se um contentor específico e identificado (Contentor Móvel de Arrefecedores) para ser entregue em cada uma das mesmas. Quando o limite de volume é atingido, o contentor tem de ser levado ao local apropriado.

O “Contentor Móvel de Arrefecedores” permite que se possa limitar o caos e que cada secção seja responsável pelos arrefecedores usados no seu processo. Define um limite que é mais realista considerando o processo produtivo, mas que não permite acumulação de uma quantidade e variedade excessiva de arrefecedores, ficando deste modo mais fácil e menos demorado organizá-los. O contentor foi dimensionado e projetado, sendo depois concretizado pela serralharia para incluir um máximo de cerca de cem arrefecedores com peso médio de 4 kg.

O processo de transporte de arrefecedores foi projetado para ser orgânico se seguidas regras básicas. Existem quatro cópias deste contentor, identificados da seguinte forma (Figura 30):



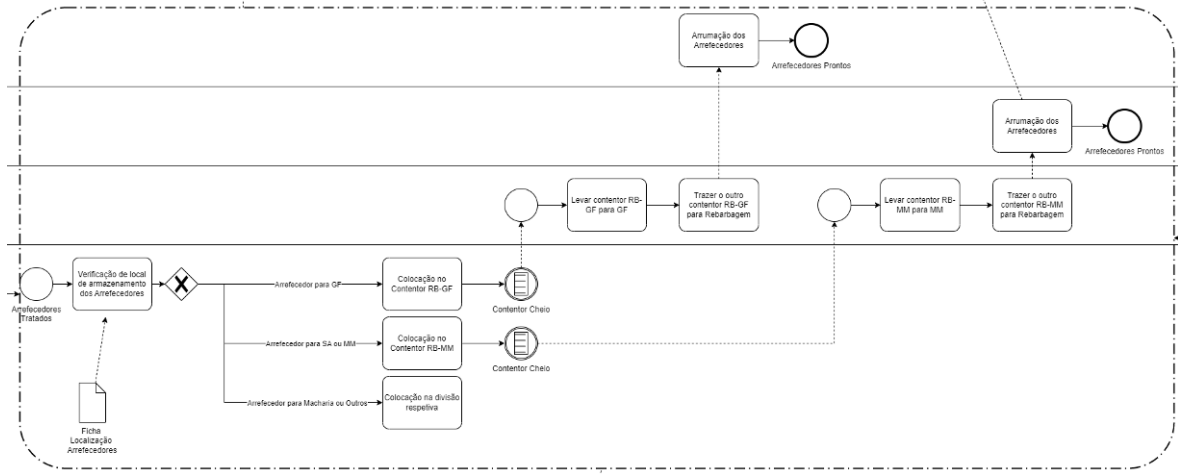
**Figura 30 - Esquema do Kanban Transporte de Contentores Móveis de Arrefecedores**

A e C – transporte de arrefecedores acabados para a moldação automática e manual, respetivamente;

B – Transporte, teoricamente, vazio. Assim, quando é feita a troca, dá tempo para que a moldação automática organize os arrefecedores que recebe e permite que, caso o contentor esteja vazio, seja um sinal de que a organização tem de ser feita;

D – Transporte de arrefecedores utilizados na macharia. Isto acontece porque as peças da moldação manual incluem, muitas vezes, arrefecedores inseridos nos machos. No estado inicial, os operadores da macharia teriam de se deslocar à secção da moldação manual, procurá-los e transportá-los.

A solução proposta pode ser representada da seguinte forma (Figura 31):



**Figura 31 - Organização dos Arrefecedores implementada**

Na sua essência, este esquema representa um sistema simples de *Kanban* onde o sinal é dado pelo contentor estar cheio, o que implica a sua troca pelo outro contentor idêntico na devida secção. Para assegurar que os objetivos sejam cumpridos é importante que sempre que exista essa troca, o conteúdo dos contentores seja prontamente arrumado.

#### 4.5.2 5S - Arrumação dos arrefecedores

As atividades realizadas e já mencionadas serviram para que a arrumação dos arrefecedores fosse orgânica e sustentável, porém foi necessário que uma grande arrumação inicial fosse feita (Figura 32).



**Figura 32 - Organização dos Arrefecedores (antes)**

Foram retirados os arrefecedores obsoletos, e definido o que fazer no caso de obsolescência. Em caso de obsolescência, a decisão é feita geralmente pelo departamento de produção que deve comunicar à engenharia para que o molde seja retirado e seja considerado obsoleto no sistema. Deve também comunicar com a rebarbação e secções afetadas para a sua retirada física.

#### 4.5.3 Informação de Suporte

Para que o fluxo funcione é necessária informação atualizada, pertinente, completa e acessível. Com esse objetivo, foram criados diversos documentos que se inserem nos fluxos descritos e que fizeram com que esta gestão fosse possível.

#### **Gestão de Consumíveis**

Este documento de Excel permite a gestão de consumíveis, e mais particularmente, dos arrefecedores, contendo informações pertinentes para o projeto, planeamento e produção. Estas incluem:

- **Número do arrefecedor** – número natural, sequencial e único a cada arrefecedor;
- **Código PHC do arrefecedor** – permite identificar o arrefecedor de forma única e estruturada no sistema;

- **Código PHC da peça** onde é utilizado, respetiva designação do cliente e peça. Estes dois últimos são completados automaticamente dado o código PHC e a ligação entre o documento e o software;
- **Revisão** atual do plano de controlo – permite perceber qual foi o estado do documento usado para a inserção dos dados;
- **Quantidade necessária por moldação** – permite prestar auxílio para o cálculo da quantidade necessária de machos a produzir para uma dada encomenda;
- **Esquema** da sua utilização conforme o plano de controlo respetivo;
- **Código da caixa de machos** associado, se for aplicável;
- **Imagem** do arrefecedor para mais fácil reconhecimento pela produção e engenharia;
- **Dimensões e Características** – permite a identificação do arrefecedor, mas também a analisar facilmente o que já existe e a necessidade da criação de um novo arrefecedor;
- **Peso** – auxilia na logística e permite um melhor reconhecimento do arrefecedor;
- **Centro de trabalho** associado(s) – permite a categorização dos arrefecedores por secção e facilita na logística;
- **Data de verificação** - permite perceber a data de atualização e assim ajudar na mitigação de problemas;
- **Ativo** – permite definir se um dado arrefecedor é ainda utilizado ou está obsoleto.

Uma versão simplificada foi disponibilizada para os operadores, contendo apenas o necessário para auxiliar na identificação dos arrefecedores e a sua localização relativa.

Para a inserção destes dados foi necessário recolher informações da produção, engenharia e arquivos para assim as confrontar. Desta forma, foram analisados um total de 152 tipos de arrefecedores, estando considerados ativos 111. Todos os respetivos moldes foram identificados, o que implica que todos os arrefecedores produzidos estarão inevitavelmente identificados.

A manutenção deste documento tem de ser feita pela engenharia na criação ou mudanças da realidade do arrefecedor. Sendo imprescindível que a identificação física do

molde do arrefecedor seja feita em conformidade. As informações relativas aos arrefecedores serão colocadas gradualmente na gama operatória para um comportamento mais automático e integrado.

## Gestão de estruturas

Para além de identificar corretamente um arrefecedor, é crucial identificar a respetiva localização de armazenamento. Com este objetivo, foi criada uma folha de Excel para gestão de estruturas. Embora esta folha tenha sido desenvolvida para resolver um problema de gestão de arrefecedores, foi generalizada para todos os contextos de inventário (Figura 33).

Secção	Tipo Estrutura	Nº Estrutura	Prateleira/ Linha	Nº Coluna	Descrição	Capacidade Volume (cm³)	Localização	Cód. PHC Conteúdo	Designação Conteúdo
Moldação Manual	Outro	1	A	1	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.A01	14031000103	Arrefecedor dedicado Nº120
Moldação Manual	Outro	1	A	2	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.A02	14031000072	Arrefecedor dedicado Nº88
Moldação Manual	Outro	1	A	3	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.A03	14031000071	Arrefecedor dedicado Nº87
Moldação Manual	Outro	1	B	1	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.B01	14031000085	Arrefecedor standard Nº98
Moldação Manual	Outro	1	B	2	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.B02	-	-
Moldação Manual	Outro	1	B	3	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.B03	14031000077	Arrefecedor standard Nº90
Moldação Manual	Outro	1	C	1	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.C01	14031000099	Arrefecedor standard Nº113
Moldação Manual	Outro	1	C	2	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.C02	14031000084	Arrefecedor standard Nº97
Moldação Manual	Outro	1	C	3	Carril Arrefecedores nº1		MMM.OU.01.C03	-	-
Moldação Manual	Outro	2	A	1	Carril Arrefecedores nº2		MMM.OU.02.A01	14031000060	Arrefecedor dedicado Nº73
Moldação Manual	Outro	2	A	2	Carril Arrefecedores nº2		MMM.OU.02.A02	14031000028	Arrefecedor dedicado Nº19

Figura 33 - Gestão de Estruturas

Esta folha está dividida, essencialmente em duas partes: do lado esquerdo é definida a estrutura que, em conjunto, compõe uma localização; do lado direito, está definido o conteúdo afetado à localização.

- **Secção** a que pertence;
- **Tipo de estrutura** em causa;
- **Linha** (ou prateleira) e **Coluna** – definem, em conjunto, o compartimento ou divisão;
- **Designação da estrutura** fornece informação qualitativa que muitas vezes revela a função explícita;
- **Capacidade de volume**, para que seja possível fazer o planeamento de utilização destas estruturas mais eficientemente;
- **Localização**, que converte os dados inseridos na **nomenclatura** desenvolvida que será abordada mais tarde;

- **Código PHC do conteúdo** – permite alocar um item de forma única, de acordo com o ERP da empresa;
- **Designação do conteúdo** – campo automático que atualiza consoante o código inserido anteriormente e que informa a designação do conteúdo.

As estruturas devem manter-se estáveis durante longos períodos, sendo a sua alteração feita apenas em mudanças de *layout*, projetos, reposição. O conteúdo idealmente não se altera com muita frequência e deverá depender de intervenções estruturadas no chão de fábrica. No caso concreto dos arrefecedores, estes podem tornar-se obsoletos ou terem mudanças na sua procura que impliquem a sua destruição ou relocação por motivos de capacidade com maior frequência. Deste modo, é imperativo que estas decisões se vejam refletidas no documento. A produção terá uma cópia simplificada com as localizações que lhe são pertinentes e com apenas os seguintes campos: a designação da estrutura, o código da sua localização e a designação do seu conteúdo.

## Nomenclatura de Estruturas

Como já referido, a localização de um determinado conteúdo é representada por uma nomenclatura (Figura 34). A mesma foi criada seguindo o formato:

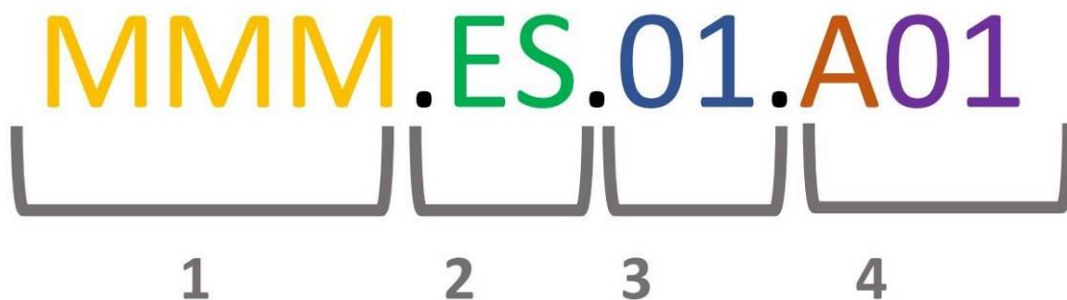


Figura 34 - Esquema de Nomenclatura de Estruturas

1. **Secção** (3 letras maiúsculas) (Figura 35);
2. **Tipo de Estrutura** (2 letras maiúsculas);
3. **Nº de Estrutura** (número de 2 dígitos);
4. **Divisão** (1 letra maiúscula para representar a linha e número de 2 dígitos para representar a coluna).

Secção		Tipo de Estrutura	
Designação S	Abrv S	Designação E	Abrv E
Carpintaria	CRP	Contentor	CO
Expedição	EXP	Estante	ES
Macharia Automática	MCH	Mesa Trabalho	MT
Macharia Manual	MCM	Outro	OU
Moldação Automática	MGF		
Moldação Manual	MMM		
Moldação Semi-Automática	MSA		
Não Definido	NDF		
Rebarbagem Automática	RGF		

Figura 35 - Lista de abreviaturas para as Secções e para os Tipos de Estrutura

A figura 36 ilustra um exemplo de aplicação:



Figura 36 - Exemplo de Aplicação de Nomenclatura

## Etiquetas dos arrefecedores

Para uma gestão mais visual na produção, foram criadas etiquetas para os arrefecedores e colocadas nos respetivos locais (Figura 37).

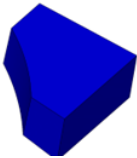

Arrefecedor Dedicado Nº78				Arrefecedor Standard Nº91			
14031000063				14031000078			
Dimensão (mm):	-	Peso (kg):	0,6	Dimensão (mm):	45x65x50	Peso (kg):	1,1
Armazenado em:				Armazenado em:			

Figura 37 – Etiquetas Identificativas de Arrefecedores

## Instrução de Trabalho para a Gestão dos Arrefecedores

Com o objetivo de padronizar, convencionar, formar, auditar posteriormente e explicitar todos os pontos relativos à gestão de arrefecedores, foi criada uma instrução de trabalho. Esta instrução de trabalho inclui uma parte geral que é útil a qualquer parte integrante do fluxo, assim como partes específicas para cada uma. Deste modo, é possível direcionar e simplificar o conteúdo. Neste documento foram abordados assuntos como não conformidades, casos especiais (obsoletismo e sobreprodução), descrição do fluxo e das participações, regras e deveres inerentes a cada interveniente.

### 4.6 Transporte e Armazenamento de Machos

Foram feitas duas propostas para o transporte e armazenamento no *software Inventor* disponibilizado pela *Autodesk*. Visto que os machos têm pesos, formas tão variadas e são relativamente frágeis, foi proposto um sistema de paletes metálicas que podem ser empilhadas com a altura dependente do tamanho dos tubos de suporte. Os tamanhos dos tubos devem ser apenas três de forma a padronizar a altura, contudo permitir flexibilidade. As paletes foram baseadas no que existe no mercado para a indústrias com produções sazonais, mas adaptada à realidade da empresa (Figura 38).



Figura 38 - Solução 1 para Arrumação dos Machos

A solução tem relativamente baixo custo, capacidade para transportar duas paletes em cada nível e permite armazenamento em altura até cerca 6 metros, diminuindo a área ocupada pelo *stock* em 2 a 3 vezes. Permitiria formar rotas delimitadas e concretas dos machos, locais de armazenamento, limitação de WIP e padronização. No entanto, recorre ao uso de empilhador, diferencial e/ou porta-paletes elétrico para movimentar e



desemparelhar as estruturas. Esta desvantagem inviabilizou o projeto, dado que a empresa não tem estes recursos disponíveis, nem considera ter essa capacidade.

#### 4.7 Formação filosofia *Lean* na macharia

Foi feita uma formação *Lean* para os colaboradores da macharia sobre a filosofia *Lean*, os seus principais princípios e desperdícios. Os objetivos foram a sensibilização dos colaboradores, aumento da transparência dos projetos, capacitação e envolvimento dos trabalhadores, motivação para melhoria contínua e espírito crítico. Nesta sessão, foi discutido um ideal para a macharia segundo a matéria abordada e, em conjunto, identificaram-se várias razões para a realidade não estar mais próxima dessa visão. Assim, discutiram-se algumas causas e soluções para os problemas. Para que a discussão fosse mais focada, dividiram-se os pontos de discussão em cada um dos desperdícios.

Depois de reunidas, compiladas, triadas e categorizadas, as propostas foram analisadas e desenvolvidas com mais detalhe. Várias necessidades de manutenção corretiva foram listadas, sendo essa necessidade comunicada e corrigida assim que possível. Algumas ideias de melhoria foram propostas e fomentaram o estudo da sua viabilidade e aplicação como será descrito posteriormente.

A formação teve outros resultados positivos, nomeadamente o envolvimento dos colaboradores, o aumento da sua motivação, que são fundamentais para a melhoria contínua e a concretização dos objetivos mencionados anteriormente.

#### 4.8 Limpeza de Caixas de Macho com Gelo Seco

Esta ideia foi proposta na formação com o objetivo de melhorar a limpeza das caixas de machos e com o potencial de utilização noutras ferramentas ou equipamentos críticos da fábrica. A limpeza compõe uma fatia grande dos desperdícios do setor, representa mais de 13h por cada semana de trabalho (5 dias), e como tal, devem ser tomadas medidas.

Esta solução consiste na utilização de uma máquina de jato de gelo seco que expelle gelo seco e ar comprimido. Gelo seco consiste em dióxido de carbono em estado sólido, pelo que deverá estar a uma temperatura de cerca de -82 graus Celsius. As vantagens desta solução incluem: baixa reatividade e poucos riscos de segurança, limpeza não abrasiva dada a baixa dureza do gelo, mas muito eficaz (Como funciona o jateamento com gelo seco?,

s.d.). Existem, fundamentalmente, três princípios que permitem uma limpeza com estas vantagens:

- Impacto do gelo que promove a quebra do contaminante;
- Temperatura muito baixa que faz contrair e subsequentemente fragilizar o contaminante;
- Sublimação do gelo seco que desprende contaminante da superfície, dado o grande aumento de volume do dióxido de carbono.

Foram reunidos diferentes fornecedores de gelo seco e de respetivos equipamentos, onde foi acordada uma visita e posterior ensaio. Deste modo, foi possível obter um apoio mais personalizado e, junto com o comerciante, delinear a melhor opção de implementação. Outro dos resultados foi a maior elucidação sobre o assunto, e maior precisão na projeção de custos e ganhos envolvidos.

Os objetivos e resultados projetados com este projeto incluem:

- Diminuição substancial do tempo de limpeza das caixas (cerca de 70%, em média);
- Diminuição do desgaste da ferramenta e subsequente diminuição no custo de reparação da caixa;
- Diminuição da variabilidade do processo, dada a limpeza mais profunda (sem grande acumulação de sujidade) e não haver desgaste;
- Separação mais evidente das atividades que acrescentam valor e as que suportam o valor;
- Aumento do controlo do processo;
- Maior visibilidade de custos e ineficiências;
- Maior uniformização, visto não depender de uma atividade não passível de padronização realizada por operadores com *performance* muito distinta;
- Diminuição significativa de custos a médio e longo prazo;
- Maior disponibilidade dos recursos humanos.

#### 4.8.1 Estudo de viabilidade económica

Para esta nova implementação foram considerados apenas dois cenários viáveis para o nosso contexto, compra ou aluguer. Em ambos os cenários existem ganhos similares no tempo de limpeza e custos de qualidade e manutenção. Estes últimos são difíceis de quantificar, mas incluem os refugos de peças ou machos como consequência da degradação do molde, assim como a manutenção do molde e a variação no processo que causa. Ambos partilham, também, o custo do gelo seco e respetivo transporte.

No caso de aluguer acresce-se somente a prestação, já no caso da compra é feito um investimento inicial considerável, assim como um custo de manutenção variável.

Foram feitas estimativas mais precisas para auxiliar a tomada de decisão. Estão representados os primeiros 2 anos desde a implementação de cada uma das propostas (Figura 39). É possível depreender que o cenário de compra representa um ganho mensal muito superior, cerca de 5 vezes mais. No entanto, a compra compõe um *payback* de 19 meses, sendo considerados ganhos verdadeiramente apenas após este período. Em suma, a opção de aluguer tem a vantagem de incluir menos riscos, responsabilidades e capital inicial e pode ser indicado para curto prazo e um teste inicial da tecnologia sem grande compromisso. Porém, o cenário de compra é economicamente mais viável a médio e longo prazo.

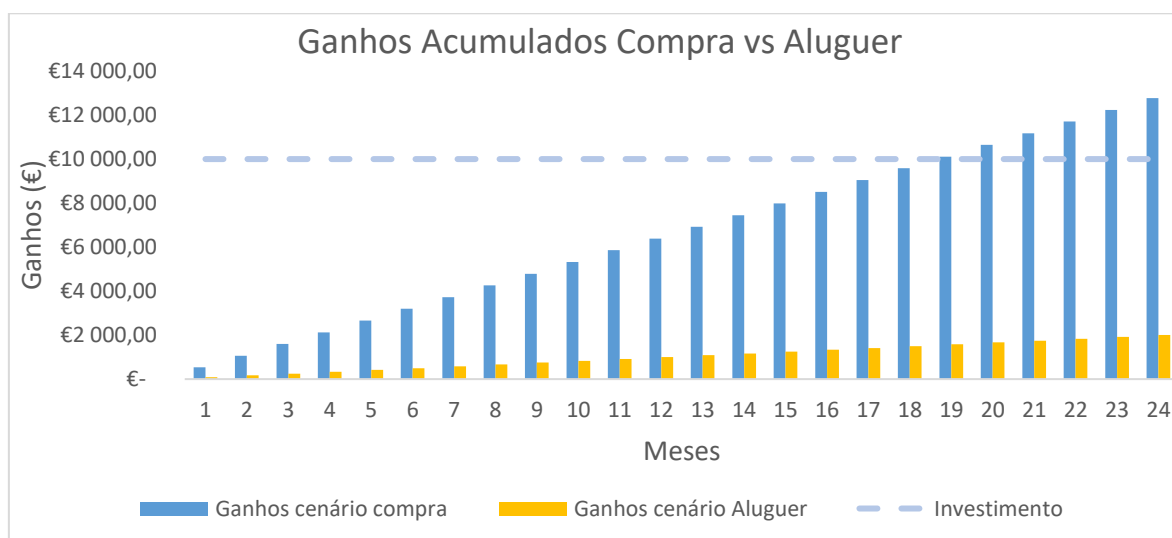


Figura 39 - Gráfico Ganhos Acumulados Compra vs Aluguer

#### 4.8.2 Implementação

Este novo método requer cuidados adicionais para o seu sucesso, nomeadamente na organização e logística da empresa.

O gelo seco tem de ser consumido, preferencialmente, num curto período (máximo de 72h), sendo crucial o ajuste de certos critérios como o momento da encomenda e as quantidades encomendadas. O desajuste grosseiro destes implica desperdício ou rutura de gelo seco com os subsequentes custos. A quantidade mínima de caixas a ser limpa deve ser definida para ser possível a definição de métodos de trabalho. A quantidade sugerida inicialmente é de 20 caixas para uma encomenda semanal de 100kg de gelo seco. Estes valores permitem uma adaptação mais suave à nova logística e tenderão a diminuir à medida que o método e as necessidades da empresa se vão uniformizando.

A implementação tem de respeitar determinados requisitos para maior eficiência. A limpeza deve ser feita num local fresco para maior conservação do gelo e limpo para evitar entrada de impurezas na máquina, e assim aumentar o seu ciclo de vida e diminuir custos de manutenção. São também necessárias ligações a corrente elétrica e a ar comprimido. Foi escolhido o armazém da carpintaria que respeita estes requisitos e é o local onde as caixas de macho são armazenadas, reparadas e modificadas, o que diminui movimento e transporte.

Quanto à gestão de informação do processo, deve ser registada a identificação da caixa, respetiva data de limpeza e tempo de limpeza, marcações no chão da área para caixa em fila de espera para limpeza. Desta forma, o processo terá rastreabilidade, terá regras intuitivas de funcionamento e será passível de melhoria.

Os métodos de trabalho precisam de ser adaptados a esta nova realidade. A limpeza deve passar a ser feita após a utilização e não antes. Visto que assim se garante a preparação das caixas para imediata utilização, facilita a gestão das caixas, diminui imprevistos e diminui radicalmente o tempo de mudança de ferramenta. A carpintaria deve ser responsável pela limpeza e não a macharia. Isto permite maior separação das atividades com valor acrescentado (produção de machos) das atividades que suportam esse valor que é o caso da carpintaria. O que resulta na diminuição desperdícios, maior simplificação, uniformização e controlo.

A formação dos colaboradores e a integração de todas as equipas pertinentes é, à semelhança da generalidade dos projetos, crucial. A formação inicial no âmbito da utilização e segurança será administrada pelo fornecedor escolhido. Contudo, é necessário que este conhecimento seja mantido ao longo do tempo recorrendo a capacitação interna ou colaboração com o fornecedor e que seja feita formação sobre o funcionamento logístico.

Controlar vários indicadores como a taxa de caixas a serem limpas por semana, o tempo de limpeza de uma caixa segmentando por dimensão da caixa e complexidade, visto serem fatores geradores de variação maior. É esperado que, inicialmente, estes sejam mais variáveis dado o variável e mais degradado estado das caixas e a diminuta experiência dos operadores na tarefa.

Este projeto não foi terminado e implementado na sua plenitude, pelo que, não foi possível aferir os resultados reais. Os resultados basearam-se em estimativas considerando dados obtidos a partir do ensaio em diferentes caixas e contacto com o fornecedor. A partir dos indicadores medidos, foi feita uma extrapolação para o funcionamento operacional. No entanto, aquando da implementação será previsível que o nível de *performance* atingido, os desafios presentes sejam diferentes.

#### 4.9 Cadeias de Valor

A macharia é uma secção com uma grande variedade de produtos cujas cadeias de valor são também substancialmente diferentes. Mesmo que complexo, é necessário saber indicá-las e defini-las, o que não acontece atualmente.

Existem consequências para falta de informação como não ser possível medir, planejar, balancear e controlar o processo de forma viável. Foi feita uma contagem do nº de machos nas diferentes fases do processo da macharia:

1. Nº machos produzidos em fila de espera para montagem = 416 machos
2. Nº machos produzidos em fila de espera para pintura = 0 macho
3. Nº machos prontos = 545 machos

É possível perceber que, para o momento considerado, os processos não se encontram balanceados, estão a ser produzidos mais machos do que são consumidos pelos processos a jusante e existe um gargalo na montagem. Esta falta de categorização e

balanceamento gera variação no *output* da secção, aumenta o *lead time*, diminui a rastreabilidade de problemas e a transparência. Sem nivelamento a gestão deste processo é difícil ou impossível de gerir.

As conclusões retiradas deste breve estudo são importantes para a definição de problemas e traçar soluções. No entanto, a solução requer que o processo esteja minimamente estável e que o ERP descreva estas diferentes cadeias de valor.

Numa primeira instância, as diferentes cadeias de valor podem ser descritas como combinações das alternativas apresentadas abaixo (Figura 40):

Máquina	Pintura	Assemblagem
Arabamendi	Pintado	Assemblado
Bicor		Não Assemblado
Genten H6.5	Não Pintado	Assemblado

Figura 40 – Cadeias de valor possíveis

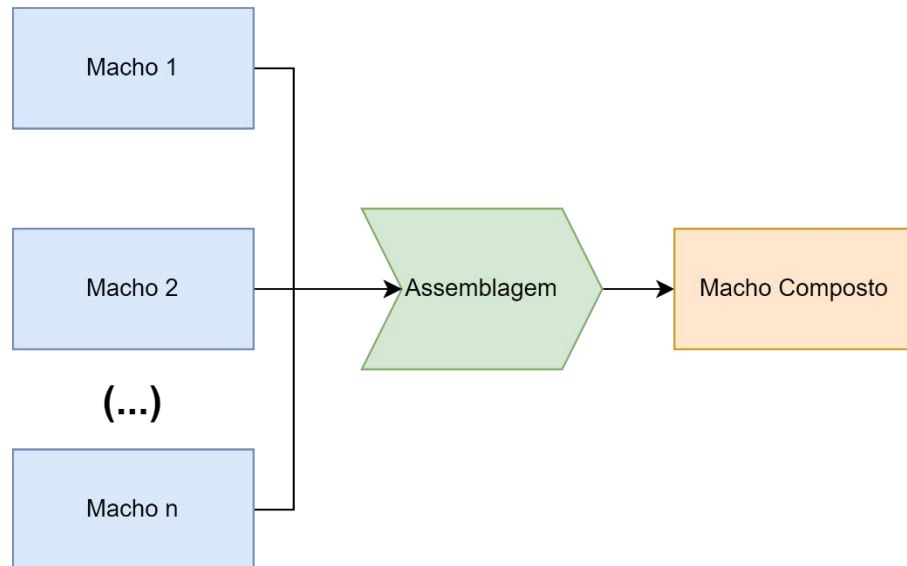
Considerando as variações em máquina, pintura e *assemblagem* podemos definir 12 cadeias básicas. As categorizações feitas não contemplam as variações na mesma máquina que dependem da complexidade e volume do macho a produzir, nomeadamente na Arabamendi. Para o caso em estudo, inicialmente resolveu-se simplificar, mas é importante fazer uma maior diferenciação quando houver dados suficientes e viáveis para que a mesma seja pertinente. A categorização permitirá a gestão das diferentes cadeias e foco naquelas que são mais pertinentes, através, por exemplo, da curva ABC.

#### 4.10 *Assemblagem*

Em sequência das cadeias de valor explicitadas, podemos afirmar que a *assemblagem* é um gargalo, fruto da capacidade do processo, mas também de falta de balanceamento dificultado pela falta de informação. No momento, a *assemblagem* não é considerada pelo ERP.

Nesta operação há a junção de diferentes quantidades e variedades de machos associado a uma determinada peça, o que não é facilmente expresso. Para contornar isto, sugere-se a criação da operação de *assemblagem*, criar machos *assemblados* como

produtos compostos de outros machos (Figura 41). Assim, será possível definir e associar os machos com as suas diferentes quantidade e variedade, e ainda respetivos tempos de processamento ou outras informações úteis.



**Figura 41 - Esquema explicativo de sugestão para a assemblagem**

Dada a variedade de machos existentes (cerca de 1800), a complexidade e profundidade das alterações propostas, é necessário organizar uma equipa para alimentar os dados necessários e os técnicos para fazer a alteração no sistema. A falta de informação de forma estrutural, impede um tratamento de dados e tomada de decisões céleres, úteis e integrados

A *assemblagem* não tem nenhum posto ou centro de trabalho associado, mesmo tratando-se de uma operação gargalo na macharia considerando as encomendas dos últimos meses. Foi sugerido colocar um operador na consequência da formação, a compra de uma máquina de cola quente industrial para tornar o processo mais rápido e as colagens mais fidedignas.

## 5 Conclusões e Trabalho Futuro

Este capítulo resume as conquistas e as falhas no decorrer do estágio curricular e no respetivo projeto e refletir sobre as mesmas. É também dada uma opinião informada sobre os próximos passos a dar no sentido da redução de desperdícios e naquilo que falta concluir.

### 5.1 Principais Resultados

Os objetivos definidos inicialmente de uniformização dos processos da macharia, a melhoria da sua organização, fluxo de informação e fiabilidade foram atingidos. Havendo, no entanto, ainda uma grande margem de melhoria nestes pontos.

No âmbito de organização foi feita a arrumação de placas, ferramentas e consumíveis diversos, o que permitiu ver os desperdícios mais facilmente, diminuir tempo de movimentações, padronização de lugares de arrumação. Estes benefícios implicaram também a diminuição do processo de mudança de referência nas atividades externas da macharia e respetiva variação.

Quanto aos arrefecedores, para além da sua arrumação, foram criadas todas as condições para que o seu processo de gestão fosse sustentável, estável e padronizado. Os documentos, estruturas, sensibilizações e processos criados permitiram uma diminuição na sua movimentação, na sobreprodução, nos defeitos provocados pelo seu uso equívoco, na espera da sua produção e tratamento. Estas melhorias repercutiram-se não só na macharia, mas em todas as secções que participam no seu ciclo de vida.

O envolvimento, sensibilização e capacitação das pessoas para o *Lean* foi também um dos grandes resultados. É, contudo, necessário continuar os esforços com risco de não haver mudanças na cultura da empresa e assim, dificultar a implementação de soluções duradouras.

A implementação de um processo de limpeza de gelo seco não chegou a ser concluída, sendo feito o estudo e análise da solução, assim como a respetiva preparação e contacto com o fornecedor.

No decorrer do estágio foram cometidos também erros como a análise insuficiente da cadeia de valor e apuramento de causa-efeito antes de implementações, dado o gargalo



se encontrar num lugar que parecia inesperado. A dificuldade inicial em segmentar os machos devido a falta de informação deu a falsa perspectiva de que não seria um processo passível de ser normalizado. A *assemblagem*, mesmo sendo um processo à qual muitos machos não são sujeitos, representava um gargalo no processo nos últimos meses do estágio como consequência das encomendas feitas. A percepção de que esta operação era problemática, mas não prioritária, permitiu que não fosse um foco maior no projeto. No entanto, melhorias nesta fase darão grandes resultados na disponibilidade dos operadores e no *lead time* dos machos.

## 5.2 Trabalho futuro

Este estágio deve marcar o início, para a empresa, de uma jornada na adesão à filosofia *Lean* e projetos nesse âmbito. Para que o trabalho realizado surta efeito e para que a empresa tenha resultados positivos e sustentáveis é necessário que esta o considere uma prioridade. O envolvimento desde a gestão de topo até ao “chão de fábrica” é crucial, visto se tratar de otimizações do processo, mas também mudanças na cultura e paradigmas já estabelecidos. A utilização de ferramentas *Lean* sem este comprometimento inviabiliza o trabalho desenvolvido.

Quanto aos arrefecedores, devem ser colocados os restantes na gama operatória e atualizar todos os respetivos planos de controlo. Este processo já está a ser feito de forma gradual. A sua conclusão permitirá calcular as quantidades mínimas e máximas de inventário, planear a produção dos mesmos, assim como mais rapidamente apurar o caso de obsolescência.

Deve ser desenvolvido um posto para *assemblagem* dos machos, visto que a atividade não é passível de padronização atualmente, não é ergonómica e apresenta potencial de melhoria no desperdício de movimento e redução no tempo da mesma. Sugere-se uma estrutura cuja altura seja flexível e preparada para utilização de máquina de cola quente industrial.

No transporte de machos, a solução sugerida não foi implementada. É necessário fazer as estruturas modeladas ou outras para que os machos possam ser transportados de forma mais segura, robusta e flexível para as diferentes geometrias. Devem, também, ser definidos locais de armazenamento dos mesmos à luz das estruturas criadas. Esta solução

permite, também, a melhoria da ergonomia dos colaboradores, já que não permite o transporte manual de grandes cargas e o ajuste de altura.

Deve ser feito um projeto heijunka, visto que um sistema estabilizado é um sistema consistente e previsível. Quando o *mix* de produtos e respetivo tempo de processamento é extremamente variado e os mesmos não estão nivelados é impossível balanceá-los. Para proceder ao nivelamento do *mix* de produtos da macharia é necessário, primeiramente, cumprir os requisitos básicos abordados na introdução. A tentativa de proceder antes de os cumprir pode provar-se difícil ou mesmo impossível. No entanto, quando atingidos, devem ser analisados os machos produzidos para que seja possível categorizá-los, desenhar *value stream maps* para cada, e definir padrões para os mesmos. Sugere-se que a categorização seja feita tendo em conta os processos e respetivo tempo de processamento. Deve tentar-se perceber que características contribuem para este valor, tais como peso, volume, complexidade, novidade (um macho com características muito diferentes às que estão habituados pode demorar mais tempo, e pode também necessitar de ajustes) com os dados que estarão, entretanto, disponíveis.

Um dos maiores problemas corresponde à falta de fiabilidade das máquinas que são antigas e têm falta de manutenção. Foram feitos esforços no sentido de abordar estes problemas com todos os envolvidos; contudo trata-se de uma questão complexa e trabalhosa e não houve disponibilidade suficiente por parte das equipas pertinentes. A resolução destes problemas, padronização do processo de manutenção preventiva e autónoma são de extrema importância, mas não foram concluídas. A manutenção impacta ainda fortemente a disponibilidade, *performance* e qualidade no setor. A correção temporária de problemas que acaba por ser permanente e a falta de manutenção preventiva serão dois pontos a melhorar. A sugestão será a criação de uma equipa dedicada e interdisciplinar, inicialmente, para a criação de condições mínimas com um plano de intervenções de curto, médio e longo prazo, assim como intervenções recorrentes (preventiva). A documentação e registo sobre as máquinas deve ser mantido, dado que a sua ausência resulta em, nomeadamente, falta de padronização nas intervenções, maior dificuldade na resolução de problemas e existência de erros associados.

O movimento de matérias-primas não deve ser feito por operadores da macharia, logo que a empresa tiver um processo de armazenamento e logístico que o permita. Deste modo, há uma separação das atividades de criação de valor, os processos da macharia, das atividades que suportam a criação de valor, a alimentação dos processos. Deste modo, existirá maior transparência, padronização e organização, assim como ganhos de tempo na macharia e globalmente.

A formação, sensibilização e envolvimento dos colaboradores tem de ser trabalhada com, por exemplo, formações com a natureza da que foi feita, iniciativas para o envolvimento como *daily kaizen*. O respeito pelas pessoas é um pilar da TPS que sustenta toda a filosofia.

## Referências


- 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. (2019).
- Allen, J., Robinson, C., & Stewart, D. (2001). *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide*. Society of Manufacturing Engineers.
- Como funciona o jateamento com gelo seco?* (s.d.). Obtido de Coldjet.com: <https://blog-pt-br.coldjet.com/como-funciona-o-jateamento-com-gelo-seco>
- Duffy, G. (2013). *Modular Kaizen: Continuous and Breakthrough Improvement*. Obtido de <http://www.asq.org/quality-press>.
- Galsworth, G. D. (2013). *Work That Makes Sense: Operator-Led Visuality*. Visual-Lean Enterprise Press.
- Goetsch, D., & Davis, S. (2014). *Quality management for organizational excellence : introduction to total quality*. Pearson.
- Hill, A. (2012). *The Encyclopedia of Operations Management: A Field Manual and Glossary of Operations Management Terms and Concepts*.
- Hunt, A. (2022). *Value-stream mapping in a low-volume/high-mix environment*. Obtido de Lean Enterprise Institute: <https://www.Lean.org/the-Lean-post/articles/apples-oranges-value-stream-mapping-in-a-low-volume-high-mix-environment/>
- Jones, D., & Womack, J. (2003). *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*.
- Liker, J. (2020). *The Toyota Way, Second Edition: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*.
- Liker, J., & Meier, D. (2005). *The Toyota Way Fieldbook*.
- Ohno, & Taiichi. (2012). *Taiichi Ohnos Workplace Management: Special 100th Birthday Edition*.
- Ortiz, C. (2015). *The 5S Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner (The LEAN Playbook Series)*.
- Ortiz, C., & Park, M. (2010). *Visual Controls: Applying Visual Management to the Factory. Plan, do, check, act (PDCA)*. (2020). Obtido de Lean Enterprise Institute: <https://www.Lean.org/lexicon-terms/pdca/>

- Porter, M. (1998). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*.
- Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. Productivity Press.
- Rother, M. (2009). *Toyota Kata: Managing People for Improvement, Adaptiveness and Superior Results*.
- Rüttimann, B. (2018). *Lean Compendium: Introduction to Modern Manufacturing Theory*.
- Sherry, K. (2011). *Business Process Model and Notation (BPMN)*. Obtido de <http://www.omg.org/spec/BPMN/20100501>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*.
- Shook, J. (2022). *How Standardized Work Integrates People with Process*.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World*.

## Anexos

Neste capítulo estão materiais produzidos no decorrer do estágio tais como a instrução de trabalho desenvolvida para o projeto da gestão dos arrefecedores e slides da formação Lean na macharia.

## Instrução de Trabalho para Gestão dos Arrefecedores

	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT XX</b> Página 1 / 10
<b>GESTÃO DE ARREFECEDORES</b>		Edição: 1 Data: 10/02/23


### OBJECTIVO

A presente instrução de trabalho tem como objectivo definir as ações a realizar para uma gestão de arrefecedores sustentável nos diferentes setores. O presente documento visa ter toda a informação necessária para o objetivo mencionado, assim como tem descritas as responsabilidades de todas as partes adequadas a este contexto.

### Conteúdo

OBJECTIVO.....	1
NÃO CONFORMIDADES .....	2
UTILIZAÇÃO ARREFECEDORES.....	2
ENGENHARIA .....	3
MOLDAÇÃO AUTOMÁTICA (GF).....	4
REBARBAGEM AUTOMÁTICA.....	5
MACHARIA.....	6
MOLDAÇÃO MANUAL E SEMI-AUTOMÁTICA.....	7
INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS .....	8
PEDIDO DE PRODUÇÃO DE ARREFECEDORES.....	8
GESTÃO DE CONSUMÍVEIS – ARREFECEDORES.....	8
REGISTO DE PRODUÇÃO DE ARREFECEDORES.....	9
GESTÃO DE ESTRUTURAS.....	9
PRECAUÇÕES.....	10
HISTÓRICO .....	10

Elaborado:  Ana Moura	Verificado:	Aprovado:
-----------------------------	-------------	-----------

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT XX Página 2 / 10
	GESTÃO DE ARREFECEDORES	Edição: 1 Data: 10/02/23

### NÃO CONFORMIDADES

Para que um arrefecedor seja eficaz conforme foi projetado, há variáveis a ter em conta: o **volume do arrefecedor** e a **superfície de contacto do arrefecedor** com a peça. Segue-se uma lista de **situações que configuram um arrefecedor não conforme**:

Não Conformidade	Exemplo	Observações
Partido		
Deformação da superfície em contacto com a peça	 	Não configuram um problema se estas deformações <b>não</b> forem na superfície em contacto com a peça.
Perda considerável de volume		


Figura 1 – Tabela de Não Conformidades

### UTILIZAÇÃO ARREFECEDORES

Na utilização de arrefecedores deve-se ter em conta os seguintes pontos:

- Certificar-se que está a utilizar o arrefecedor correto
- Certificar-se que o arrefecedor está conforme
- O arrefecedor deve ser colocado de forma a estar **em contacto com a figura**, e não com areia entre os mesmos aquando a moldação. **Salvo se** for explicitamente definido o contrário no projeto.




	<p align="center"><b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b></p>	<p><b>IT XX</b> Página 3 / 10</p>
<p align="center"><b>GESTÃO DE ARREFECEDORES</b></p>		<p>Edição: 1 Data: 10/02/23</p>

## ENGENHARIA

A Engenharia comporta as seguintes responsabilidades/tarefas associadas aos arrefecedores:

- Criação e supervisão dos moldes dos arrefecedores.
  - Adição do arrefecedor na “*Gestão de Consumíveis – Arrefecedor*” preenchendo todos os campos pertinentes.
  - Criação do código PHC do arrefecedor e adição a respetivas games operatórias
  - Envio de Plano de Ação com o Plano de Controlo do arrefecedor com o número atribuído
  - Aquando o envio anterior, **atribuir o arrefecedor a uma estrutura livre para o seu armazenamento, informar a rebarbagem automática e proceder à sua identificação.** No caso de tal não existir, reunir com a produção e efetuar remoção ou troca de arrefecedores no armazenamento. Não devem ser produzidos arrefecedores sem haver um local de armazenamento. A atribuição deve ser feita fisicamente e no documento *Gestão de Estruturas*
- No caso de **obsolescência** de um arrefecedor:
  - Separar o molde do mesmo para o local de moldes de arrefecedores obsoletos para que não seja feita a sua produção
  - Informar a produção do mesmo e proceder à sua destruição
  - Atualizar a lista de estruturas, retirando o arrefecedor da estrutura em causa
- Atualização da informação sempre que ela não corresponder e comunicar os afetados

	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT XX</b> Página 4 / 10
	<b>GESTÃO DE ARREFECEDORES</b>	


### MOLDAÇÃO AUTOMÁTICA (GF)

A moldação automática tem as seguintes responsabilidades/participações no contexto dos arrefecedores:



Figura 2 - Esquema Fluxo para Moldação Automática

- A produção de arrefecedores é feita apenas quando pedida e na quantidade especificada. O **pedido de produção de arrefecedores** é feito a partir do documento "Pedido de Produção de Arrefecedores". Pedidos urgentes devem ser feitos apenas em caso de a produção ter de ser feita imediatamente ou assim que possível.
- Aquando a produção, deverá ser preenchido o "Registo de Produção dos Arrefecedores" para haver um controle do que foi feito e do que falta fazer.
- **Armazenamento e organização de Arrefecedores**
  - Os arrefecedores devem ser armazenados na sua secção de acordo com a "Gestão de Estruturas".
  - Arrumar os arrefecedores trazidos pela rebarbagem
- **Armazenamento e organização dos moldes de arrefecedores**
  - Colocar na estante dedicada ao efeito no intervalo a que corresponde.
  - Todo o molde utilizado **tem** de estar identificado. No caso de tal não acontecer, deve dirigir-se à Engenharia
- **Utilização de arrefecedores**
  - Sempre que for identificado que a quantidade de arrefecedores é insuficiente, fazer um "Pedido de produção de arrefecedores"

	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT XX</b> Página 5 / 10
	<b>GESTÃO DE ARREFECEDORES</b>	

## REBARBAGEM AUTOMÁTICA

A rebarbagem automática tem as seguintes responsabilidades/participações no contexto dos arrefecedores:

- Acabamento dos arrefecedores (granalhagem e rebarbagem)
- Organização dos arrefecedores na rebarbagem de acordo com o esquema:

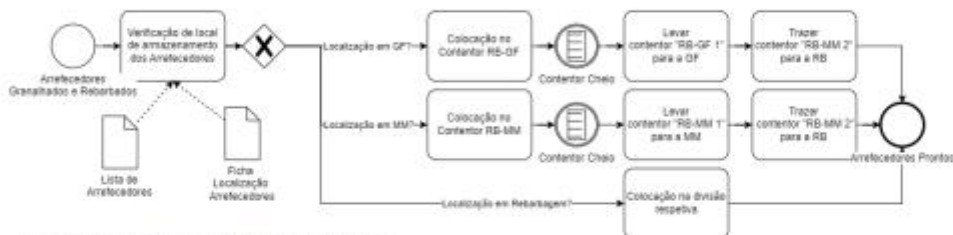


Figura 3 - Esquema Fluxo para Rebarbagem Automática

- Encaminhar para o local correto utilizando a informação disponível (*Gestão de Consumíveis – Arrefecedores e Gestão de Estruturas*)
  - No caso da estrutura do arrefecedor ser na rebarbagem, este deve ser colocado na sua divisão específica. (foto de um exemplo de contentor identificado)
  - No caso de pertencer a outra secção, GF ou MM, deve ser colocado no respetivo contentor. Estes contentores, quando cheios, devem ser levados.
    - O contentor “Contentor Móvel de Arrefecedores RB-MM” deve ser trocado pelo contentor idêntico que se encontra na outra secção. Ao levar o contentor, devem ser avisados o responsável de secção para que procedam à sua arrumação. Por sua vez, o contentor trazido terá arrefecedores que devem ser **distribuídos assim que possível** para que não haja a mistura posteriormente.
    - O contentor “Contentor Móvel de Arrefecedores RB-GF” deve ser trocado da mesma forma.

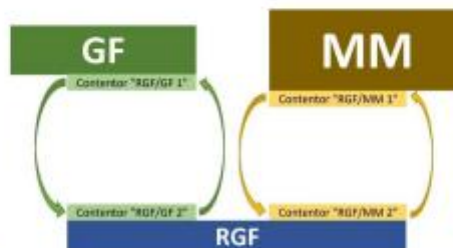




Figura 4 - Esquema Explicativo do fluxo dos Contentores Móveis de Arrefecedores

	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT XX</b> Página 6 / 10
<b>GESTÃO DE ARREFECEDORES</b>		Edição: 1 Data: 10/02/23

#### MACHARIA

- Utilização de Arrefecedores
  - Sempre que for identificado que a quantidade de arrefecedores é insuficiente, fazer um *"pedido de produção de arrefecedores"*.




	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT XX</b> Página 7 / 10
	<b>GESTÃO DE ARREFECEDORES</b>	

## MOLDAÇÃO MANUAL E SEMI-AUTOMÁTICA



Figura 5 – Esquema de fluxo da Molidação Manual

- **Organização dos arrefecedores**
  - Depois da desmoldação, os arrefecedores **devem** ser encaminhados para o local correto utilizando a informação disponível.
  - Neste momento existe “*Gestão de Consumíveis – Arrefecedores*” que permite, em caso de dúvida, identificar os arrefecedores. Existe também “*Gestão de Estruturas*” que permite saber a que estrutura pertencem os arrefecedores (contentores, estantes, etc).
  - No caso do arrefecedor pertencer a uma estrutura **da secção**, este deve ser colocado na sua **divisão específica**. No caso de pertencer a **outra secção**, deve ser colocado no **contentor** com destino à **rebarbagem** automática para sua distribuição.
  - Este contentor, quando cheio, deve ser trocado pelo contentor idêntico que se encontra na outra secção esteja cheio ou não. Ao levar o contentor, os operadores devem ser avisados para que procedam à sua arrumação. Por sua vez, o contentor trazido terá arrefecedores que devem ser distribuídos assim que possível para que não haja a posterior mistura.
  - **Sempre que haja a troca de contentores** tem de haver a arrumação dos arrefecedores.
- **Utilização de Arrefecedores**
  - Sempre que for identificado que a quantidade de arrefecedores é insuficiente, fazer um “*Pedido de produção de arrefecedores*”

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	<b>IT XX</b> Página 8 / 10
	GESTÃO DE ARREFECEDORES	Edição: 1 Data: 10/02/23

## DOCUMENTOS NECESSÁRIOS

Documento	Utilização	Disponível em	Útil para
Gestão de Estruturas	Localizar dado conteúdo		Todos
Gestão Consumíveis Arrefecedores	Identificar determinado arrefecedor		Todos
Pedido de Produção de Arrefecedores	Solicitar a produção de arrefecedores		MM, Macharia, GF
Registo de Produção de Arrefecedores	Controlar quantidades produzidas		GF

Figura 6 - Tabela Guia de documentos

### PEDIDO DE PRODUÇÃO DE ARREFECEDORES

O pedido de produção de arrefecedores permite que, de forma fácil, a moldação automática tome conhecimento e gira a produção de arrefecedores. No caso de ser um pedido urgente, existem versões em vermelho para que seja sinalizado de imediato. O pedido **urgente** deve ser feito **apenas** quando necessário que a produção comece imediatamente ou assim que possível. Este pedido tem o seguinte formato:

Pedido de Produção de Arrefecedores			
Arref. nº	_____	Qty	_____
Data Prevista	__/__/__		
Data	__/__/__	Pedido por	_____
Observações	_____		


Figura 7 - Pedido de Produção de Arrefecedores

Pedido de Produção de Arrefecedores			
Arref. nº	_____	Qty	_____
Data Prevista	__/__/__		
Data	__/__/__	Pedido por	_____
Observações	_____		

Figura 8 - Pedido Urgente de Produção de Arrefecedores

### GESTÃO DE CONSUMÍVEIS – ARREFECEDORES

Este documento contém várias informações sobre os arrefecedores que permitem a sua identificação e registo. Tais como: o número do arrefecedor, respetiva imagem, peso, dimensões características (quando aplicável) e qual o centro de trabalho onde é utilizado.

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT XX Página 9 / 10
	GESTÃO DE ARREFECEDORES	Edição: 1 Data: 10/02/23

#### REGISTO DE PRODUÇÃO DE ARREFECEDORES

Aquando a produção de arrefecedores, deverá ser feito o "Registo de Produção dos Arrefecedores" para haver um controle do que foi feito e do que falta fazer.


 <b>Registo de Produção de Arrefecedores</b>				
Data	Nº	Quantidade	Resp.	Observações

Figura 9 – Documento "Registo de Produção de Arrefecedores"


#### GESTÃO DE ESTRUTURAS

A ficha de Gestão de Estruturas que permite saber que arrefecedores pertencem a que estruturas (contentores, estantes, etc). Segue a nomenclatura:



Descrição	Localização	Designação Conteúdo
Carril Arrefecedores nº1	MMM.OU.01.A01	Arrefecedor dedicado Nº120
Carril Arrefecedores nº1	MMM.OU.01.A02	Arrefecedor dedicado Nº88
Carril Arrefecedores nº1	MMM.OU.01.A03	Arrefecedor dedicado Nº87
Carril Arrefecedores nº1	MMM.OU.01.B01	Arrefecedor standard Nº98
Carril Arrefecedores nº1	MMM.OU.01.B02	-
Carril Arrefecedores nº1	MMM.OU.01.B03	Arrefecedor standard Nº90
Carril Arrefecedores nº1	MMM.OU.01.C01	Arrefecedor standard Nº113
Carril Arrefecedores nº1	MMM.OU.01.C02	Arrefecedor standard Nº97

Figura 10 - Documento "Gestão de Estruturas"

	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT XX</b> Página 10 / 10
<b>GESTÃO DE ARREFECEDORES</b>		Edição: 1 Data: 10/02/23

### PRECAUÇÕES

- **Manter informação atualizada** é importante. Idealmente, a informação corresponde à realidade, no entanto, caso assim não seja, contactar os responsáveis e retificar a situação.
- **Sucatar arrefecedores danificados**
- No caso de produção de **arrefecedores sem número**, pedir para que parem a produção e identifiquem o respetivo molde
- **Sempre que há a troca de contentores** móveis de arrefecedores **tem** de haver a **arrumação** dos arrefecedores.

### HISTÓRICO

Edição nº	Data	Descrição da Alteração
1		





## Agenda

### Objetivo da formação

Objective

### O que é lean?

What is lean?

### Valor, Desperdícios e fluxo

Value, Waste and Flow

### Visão lean da Macharia

Lean vision for Macharia

### Onde estamos e como lá chegamos?

Where are we and how can we get there?

2

## O que é isto do lean?

- Filosofia desenvolvida na Toyota no Japão
- Reduzir custos, prazos de entrega, aumentar a produtividade e qualidade de produtos e serviços
- “Fazer mais com menos”
- Procura criar valor para todas as partes interessadas

5



## Só interessa o que ajuda ou dá valor

Valor é o que o cliente final quer saber!

### Requisitos do cliente

- Geometria da peça
- Propriedades mecânicas
- Gravações na peça
- Pintura
- Tempos de entrega

Tudo o que não é isto ou contribui para isto, é **desperdício!**

ATV

6



**7 + 1**  
**Desperdícios/Wastes**

## 1. Espera/Waiting

- Tempo de espera dos colaboradores ou equipamentos/Wait time of operators or equipments
- Esperar por material/Wait for material
- Esperar que a máquina acabe/Wait for the machine to finish production
- Esperar por instruções ou informações/Wait for instructions or informations

8



## 2. Transporte/Transport

- Transportar machos para outras secções, para a pintura, etc

9



### 3. Movimento/Motion

- Qualquer movimento desnecessário de um equipamento ou pessoa/Any unnecessary motion of an employee or equipment
- Procurar e buscar ferramentas, arrefecedores, camisas, fita de espuma, arames, etc
- Pegar e colocar caixas de machos, machos e os elementos acima

10



### 4. Defeitos/Defects

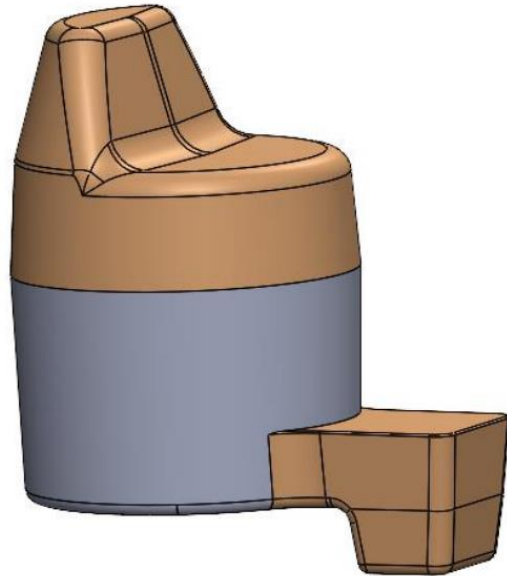
- Qualquer produto que não respeite os requisitos do cliente/Any product that doesn't meet the customer's requirements
- Refugos – machos que vão para o lixo ou peças que vão para o lixo
- Retrabalho – o que tenho de corrigir no macho ou peça

11



## 5. Sobreprocessamento/ Overprocessing

- Qualquer processamento desnecessário para respeitar os requisitos do cliente/*Any unnecessary processing to meet customer's requirement*
- Alisar ou reparar os preno do macho (não compõe peça)



12

## 6. Inventário/Inventory

- Qualquer produto ou material que está à espera de ser processado, armazenado, expedido ou usado/*Any product or material that is waiting to be processed, stocked or used*
- Stock de machos para pintar, para montar e prontos
- Consumíveis



13

## 7. Sobreprodução/ Overproduction

- Produção de mais do que é necessário ou mais cedo do que o necessário, o que forma inventário/Producing more than what is necessary or earlier than necessary



14

## 8. Não utilização do potencial humano

- Fraca manutenção de conhecimento
- Não ouvir as ideias das pessoas
- Formação insuficiente
- Microgestão
- Fraca comunicação



15

# Fluxo/Flow

Vídeo

O que é?/What is it?

- Movimento de produtos e materiais sem serem interrompidos
- Movement of products and materials without being interrupted

O que não é?/What is is not?

- Atrasos/Delays
- Paragens de máquinas ou operadores/Stoppage of machines or employees
- Stock excessivo/Excessive stock

16



Diminuir **desperdícios**, melhorar **fluxo** e **estabilizar** processos

Decrease **wastes**, improve **flow** and **stabilize** processes

17