



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Beatriz da Silva Costa Freitas

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção *Lean*



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Beatriz da Silva Costa Freitas

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção *Lean*

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do:

Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho

AGRADECIMENTOS

Chegando ao fim destes 5 anos maravilhosos, desafiantes e cheios de boas memórias, é hora de agradecer a todas as pessoas que me ajudaram a tornar isto possível.

Primeiramente, quero agradecer aos meus companheiros desta jornada, amigos que levo para a vida e que nunca me deixaram duvidar de mim, sendo sempre os *cheerleaders* que precisava.

Aos meus pais e irmã que sempre estiveram presentes em todos os momentos e nunca me falharam, sempre com uma palavra de força e um colo inigualável.

Aos amigos que conheci em ERASMUS, na Polónia, que me fizeram crescer e que me aqueceram o coração mesmo estando longe de casa.

Ao meu namorado, o meu apoio, o melhor abraço, que me faz querer ser uma melhor pessoa, que tem as melhores palavras e nunca me deixa baixar os braços.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dinis Carvalho, que sempre se mostrou disponível e presente na elaboração da presente dissertação, partilhando sempre os seus conhecimentos para a escrita deste projeto.

E, por fim, agradeço à empresa Metalúrgica Central da Trofa, por me ter permitido elaborar este projeto e aprender com todos os que lá trabalham.

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial

CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

RESUMO

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

Atualmente, as empresas enfrentam cada vez mais um mercado competitivo, onde é exigida rápida resposta, preços baixos e a melhor qualidade possível, o que leva as empresas a quererem otimizar todo o processo produtivo, de forma a evitar atrasos, defeitos ou até retrabalho.

Para se conseguirem manter no mercado e, até ganharem vantagem competitiva, as empresas têm recorrido, cada vez mais, à filosofia *Lean Production*.

Como todas as empresas, a Metalúrgica Central da Trofa, apresenta falhas que podem ser melhoradas, fazendo a empresa crescer no mercado inserido. Falhas como a desorganização dos postos de trabalho, a falta de comunicação, os elevados tempos improdutos, a existência de desperdícios e a falta de registo de reclamações de clientes são alguns dos aspetos a melhorar na empresa.

A presente dissertação é desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial e tem como objetivo a mitigação dos problemas descritos anteriormente.

Após a implementação das propostas de melhoria e do recurso a ferramentas *Lean*, aumentou-se o *score* obtido na auditoria 5S de 13 pontos para 32 em 44 pontos possíveis, tendo também sido promovida a importância de manter um ambiente de trabalho organizado e limpo. Conseguiu-se reduzir os tempos improdutos em 3 secções diferentes da empresa, tendo sido na secção da Maquinagem a maior redução, 51% do tempo encontrado numa fase inicial. Também se reduziu o número de reclamações recebidas provenientes de clientes através da implementação do formulário em VBA, levando a um maior controlo e, conseqüentemente tomadas medidas e ações corretivas de forma que as reclamações não se repitam. Por fim, a comunicação entre todos melhorou com a adoção do sistema Kanban, destinado às encomendas urgentes.

PALAVRAS-CHAVE

LEAN PRODUCTION, 5S, MELHORIAS, FERRAMENTAS LEAN, KANBAN

ABSTRACT

Implementing improvements in a casting company, following Lean production concepts

Nowadays, companies are increasingly facing a competitive market where quick response, low prices and the best possible quality are all required, leading companies to want to optimize the entire production process to avoid delays, defects or even rework.

To maintain their position in the market and even gain a competitive edge, companies have turned to the Lean Production philosophy.

Like every company, Metalúrgica Central da Trofa has weaknesses that can be improved, allowing the company to grow in the market it operates in. Weaknesses such as the disorganization of workstations, lack of communication, high levels of unproductive time, the existence of waste and the failure to record customer claims are some of the aspects that need to be improved in the company.

This dissertation is being carried out as part of the Master's Degree in Industrial Engineering and Management and aims to mitigate the problems described above.

After implementing the proposals for improvement and using Lean tools, the score obtained in the 5S audit increased from 13 points to 32 out of 44 possible points, and the importance of maintaining an organized and clean working environment was also promoted. Unproductive time was reduced in 3 different sections of the company, with the greatest reduction in the Machining section, 51% of the time found at an initial phase. The number of claims received from customers was also reduced through the implementation of the VBA form, resulting in more control and, consequently, corrective measures and actions being taken so that claims are not repeated. Finally, communication between everyone has improved with the adoption of the Kanban system for urgent orders.

KEY WORDS

LEAN PRODUCTION, 5S, IMPROVEMENTS, LEAN TOOLS, KANBAN

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Índice.....	v
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas.....	xi
Índice de Equações.....	xi
Lista de siglas, abreviaturas e acrónimos	xii
Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia.....	2
1.4. Estrutura da dissertação.....	3
2. Fundamentação teórica.....	4
2.1. Toyota Production System	4
2.1.1. Casa TPS.....	4
2.1.2. Princípios do <i>Lean Production</i>	6
2.1.3. Vantagens na implementação.....	8
2.1.4. Limitações na implementação.....	9
2.1.5. Muda, Muri e Muda	9
Muda	10
Mura	11
Muri	11
2.1.6. Kaizen	11
2.2. Ferramentas <i>Lean</i>	12

2.2.1.	Kanban.....	12
2.2.2.	5S	13
	Etapas 5S	14
2.2.3.	Value Stream Mapping	15
3.	Caraterização da situação atual.....	17
3.1.	Apresentação da empresa.....	17
3.1.1.	Enquadramento histórico.....	17
3.1.2.	Visão, Missão e Princípios	18
3.1.3.	Estrutura Organizacional.....	18
3.1.4.	Produtos.....	19
3.1.5.	Layout da empresa e fluxos principais dos produtos	20
3.2.	Descrição do processo produtivo.....	20
3.2.1.	Macharia	24
3.2.2.	Fundição	25
3.2.3.	Rebarbagem.....	27
3.2.4.	Maquinagem	28
3.2.5.	Impregnação	29
3.2.6.	Acabamento	29
3.3.	Análise da situação atual.....	30
3.3.1.	Auditoria 5S.....	30
3.3.2.	Análise ABC.....	31
3.3.3.	<i>Value Stream Mapping</i>	32
	a) Fluxo I: Corte de barra/tubo > Maquinagem > Inspeção > Embalamento	32
	b) Fluxo II: Fundição > Rebarbagem > Maquinagem > Inspeção > Embalamento.....	32
	c) Fluxo III: Fundição > Rebarbagem > Maquinagem > Teste > Acabamento	33
3.4.	Problemas iniciais	36
3.4.1.	Falta de Fichas de Controlo da Qualidade	36
3.4.2.	Falta de marcações no chão de fábrica	37

3.4.3.	Desorganização da área de trabalho.....	38
3.4.4.	Falta de Indicadores de Desempenho.....	40
3.4.5.	Falta de informação crucial nas ordens de produção	40
3.4.6.	Falta de registo de Reclamações de clientes	41
3.4.7.	Mau aproveitamento das barras/tubos para as peças maquinadas	42
4.	Propostas de melhoria.....	43
4.1.	Inclusão de informação importante nas ordens de produção	44
4.1.1.	Macharia	44
4.1.2.	Maquinagem	44
4.1.3.	Teste	45
4.1.4.	Embalamento	46
4.2.	Melhoria da área de trabalho.....	48
4.2.1.	Organização de armário para ferramentas da secção da Maquinagem	48
4.2.2.	Criação de um lugar específico para as devoluções	49
4.2.3.	Técnica 5S aplicada na área de trabalho da secção Acabamento	49
4.3.	Implementação de um sistema de registo de reclamações	51
4.4.	Gestão Visual na secção do Acabamento	52
4.5.	Aumento do controlo no corte de barras/tubos.....	53
4.6.	Criação de kanban para encomendas urgentes.....	54
5.	Resultados e discussão	55
5.1.	Melhoria dos resultados da Auditoria 5S	55
5.2.	Diminuição dos tempos improdutivo.....	56
5.3.	Diminuição de tempo de Expedição.....	58
5.4.	Diminuição de Reclamações e aumento de ações corretivas.....	58
5.5.	Melhoria na comunicação após a implementação de sistema kanban	58
6.	Conclusões.....	59
6.1.	Considerações finais	59

6.2. Limitações.....	60
6.3. Trabalho futuro.....	61
Referências Bibliográficas	62
Anexos	64
ANEXO I – <i>Template</i> para Auditoria 5S	66
ANEXO II – Código usado para elaboração de Formulário em VBA	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Action Research Model</i>	2
Figura 2 Casa TPS	6
Figura 3 Princípios de <i>Lean Production</i>	8
Figura 4 Representação dos 3 M's (Muda, Muri e Mura)	9
Figura 5 7 Desperdícios ("Muda") detetados no <i>Lean Production</i>	11
Figura 6 Etapas da metodologia 5S	14
Figura 7 Logotipo da empresa Metalúrgica Central da Trofa	17
Figura 8 Presença da empresa nos mercados internacionais.	18
Figura 9 Estrutura organizacional da empresa MCT.....	19
Figura 10 Exemplos de produtos produzidos na empresa.....	19
Figura 11 Layout e fluxos produtivos no chão de fábrica.....	20
Figura 12 BPMN do processo produtivo.....	22
Figura 13 Layout referente à secção da Macharia	24
Figura 14 (a) Macho em areia shell (b) - Caixa de machos para peça em areia shell.....	25
Figura 15 Fundição em baixa pressão	25
Figura 16 Reservatório para as peças fundidas por gravidade	26
Figura 17 Transformação do metal sólido em líquido e colheres usadas para o vazamento	26
Figura 18 Layout referente à secção de Fundição.....	27
Figura 19 Rebarbadora com discos giratórios e máquina responsável pela granalhagem, respectivamente	28
Figura 20 Layout referente à secção da Maquinagem.....	29
Figura 21 Resultados da auditoria 5S, no início de abril	30
Figura 22 Análise de Pareto entre janeiro e maio (2023).....	31
Figura 23 Esquema do processo produtivo referente ao Fluxo I.....	32
Figura 24 Esquema do processo produtivo referente ao Fluxo II	32
Figura 25 Esquema do processo produtivo referente ao Fluxo III	33
Figura 26 Value Stream Mapping e cálculo de RVA para os 3 fluxos da situação atual	35
Figura 27 Problemas detetados, numa fase inicial.....	36
Figura 28 Falta de marcações/Marcações sem objetivo no <i>shopfloor</i>	38
Figura 29 Desorganização da mesa de trabalho e da prateleira.....	39

Figura 30 Falta de arrumação sob a mesa	39
Figura 31 Falta de rótulos e de organização dos compartimentos sob a mesa	39
Figura 32 – Ordem de produção relativamente à maquinagem de uma peça com as ferramentas necessárias.....	44
Figura 33 Ordem de produção referente à testagem.....	45
Figura 34 Informações sobre embalagem peça BICA RIVERON	46
Figura 35 Peça BICA RIVERON devidamente embalada	47
Figura 36 Ordem de produção da peça Bica Riveron	47
Figura 37 Organização de novo armário na secção de Maquinagem	48
Figura 38 Nova localização para as devoluções de clientes	49
Figura 39 Antes da implementação da técnica 5S – sobre a mesa.....	50
Figura 40 Depois de retirar prateleira de cima da mesa e mudança de revestimento da mesa .	50
Figura 41 Antes da implementação da técnica 5S - sob a mesa	50
Figura 42 Depois de organizar e rotular todos os compartimentos	50
Figura 43 Luzes desfavoráveis e inexistência de tapete anti-fadiga	51
Figura 44 Depois de alteradas as luzes e colcado o tapete anti-fadiga.....	51
Figura 45 Formulário criado, em VBA, para gestão de Reclamações provenientes de clientes...	52
Figura 46 Zona destinada a encomendas em expedição com quadro informativo	53
Figura 47 Sistema Kanban para encomendas urgentes	54
Figura 48 <i>Flyer</i> informativo acerca de metodologia 5S	55
Figura 49 Resultados obtidos nas Auditorias 5S realizadas.....	56
Figura 50 Resultados obtidos através de uma experiência.....	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens e limitações na implementação da ferramenta Kaizen	12
Tabela 2 - Vantagens e limitações na implementação da ferramenta Kanban.....	13
Tabela 3 Vantagens e limitações na implementação da ferramenta VSM.....	16
Tabela 4 Visão, Missão e Princípios da MCT	18
Tabela 5 Resultados da Análise de Pareto	31
Tabela 6 Dados necessários para o cálculo do Rácio Valor Acrescentado (RVA)	33
Tabela 7 Metodologia 5W para as propostas de melhoria	43
Tabela 8 Resultados obtidos nas secções Maquinagem, Teste e Acabamento.....	57

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 Cálculo do Rácio de Valor Acrescentado.....	33
---	----

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

3M's	Muda, Muri e Mura
5S's	Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, Shitsuke
CNC	Computer numerical control
FIFO	First-In, First-Out
JIT	Just-In-Time
LP	Lean Production
MCT	Metalúrgica Central da Trofa
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PME	Pequena e Média Empresa
RVA	Rácio Valor Acrescentado
TPS	Toyota Production System
VBA	Visual Basic for Applications
VSM	Value Stream Mapping

INTRODUÇÃO

No primeiro capítulo, é apresentado um enquadramento da presente dissertação, os objetivos a serem atingidos e a metodologia usada na sua elaboração. No final do capítulo, é explicada a forma como este documento está organizado, ou seja, a estrutura da dissertação.

1.1. ENQUADRAMENTO

O mercado atual, derivado do aumento da competitividade existente, exige que os produtos/ serviços tenham cada vez mais qualidade com menores custos associados. Isto leva a que as empresas necessitem de se reinventar e se distinguirem, de forma a conseguirem conquistar vantagem competitiva, sendo a implementação de princípios *Lean Production* uma forte aposta para o conseguirem.

Lean Production, nome dado no ocidente para *Toyota Production System*, surge na década de 50, no Japão, como uma forma deste país conseguir enfrentar as dificuldades trazidas pela Segunda Guerra Mundial. Com a sua implementação, conseguiram responder às flutuações da procura, usando menos recursos e tendo maior flexibilidade na produção (Hines et al., 2004).

Esta filosofia tem o objetivo de melhorar a qualidade, conseguindo entregar mais valor ao cliente (Womack & Jones, 1996), maximizar a eficiência de produção e minimizar os desperdícios na produção (Liker, 2004). Para conseguir estes objetivos, a filosofia apresenta ferramentas que auxiliam as empresas a melhorar significativamente, como o *Standard Work*, 5S, SMED, Kanbans, Poka-Yoke ou *Value Stream Mapping*.

A Metalúrgica Central da Trofa, empresa onde foi realizada a presente dissertação, é uma empresa de fundição em latão, fundada na década de 60. Esta organização, mudou de instalações em 2013, como forma de melhorar a vantagem competitiva no mercado, mas como todas as empresas, apresenta falhas e ineficiências que impossibilitam a empresa de prosperar da forma que pretende.

A desorganização dos postos de trabalho, a falta de comunicação, os elevados tempos improdutivos, a existência de desperdícios e a falta de registo de reclamações de clientes são alguns dos exemplos dos aspetos a melhorar na empresa. Para conseguir colmatar estas falhas, recorreu-se a ferramentas *Lean* como a técnica 5S e Kanban, conseguindo melhorar a eficiência da empresa, atingindo os objetivos propostos no subcapítulo seguinte.

1.2. OBJETIVOS

Na elaboração da presente dissertação é pretendido atingir melhorias significativas, que façam a empresa tornar-se mais valorizada e competitiva em relação aos seus concorrentes no mercado inserido.

Para se conseguir essas melhorias, será necessário atingir os objetivos listados:

- Redução dos tempos improdutivos;
- Redução das reclamações recebidas provenientes de clientes, assegurando melhorias na qualidade;
- Eliminação de desperdícios;
- Melhoria dos postos de trabalho através da técnica 5S.

1.3. METODOLOGIA

Na elaboração da presente dissertação, será feito, inicialmente, uma pesquisa minuciosa sobre *Lean Production*, recorrendo a análise de livros, artigos académicos, publicações especializadas e teses relacionadas com o assunto. Também será dado ênfase às ferramentas necessárias para implementar a filosofia *Lean*, para se decidir quais serão mais adequadas para a realização deste projeto.

Neste projeto, será adotado o método de *Action Research* como abordagem de investigação. Esta metodologia caracteriza-se por ser uma forma de investigação ativa que envolve a participação de todos os indivíduos relacionados com o projeto, tendo como finalidade abordar questões, frequentemente desencadeando alterações nas práticas existentes e, simultaneamente, contribuindo para o ganho de conhecimento. Para O'brien, (1998), esta metodologia segue cinco fases:

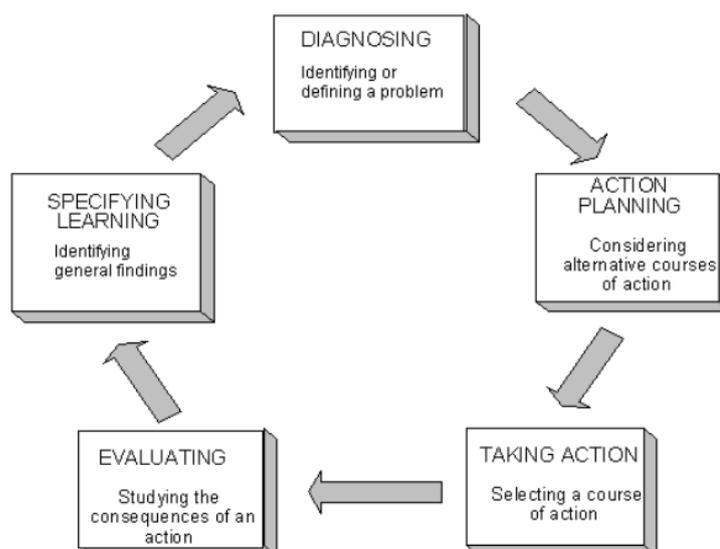


Figura 1 *Action Research Model*

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

1. Diagnóstico: nesta primeira fase recolhe-se todas as informações possíveis que digam respeito ao estado atual.

2. Planeamento: após o diagnóstico, é elaborado um plano de ações para se conseguir resolver os problemas detetados inicialmente. Nesta fase, são escolhidas as ferramentas *Lean* que se adequam mais, quando e como serão implementadas. Para se manter tudo organizado e cronologicamente lógico, também se planeiam os recursos necessários, como humanos e materiais e quando serão necessários para que aconteça sem imprevistos;

3. Implementação: nesta fase, tudo o que foi planeado é implementado, sendo os problemas detetados inicialmente, resolvidos;

4. Avaliação: na quarta fase avalia-se os resultados e o progresso em direção aos objetivos estabelecidos. Deve-se comparar a situação inicial com a atual para se conseguir quantificar as melhorias que as propostas de melhoria trouxeram para a organização. Caso seja necessário, também é nesta fase que se deve ajustar o plano de ação elaborado na segunda fase;

5. Aprendizagem: na última fase, é feita uma reflexão sobre o que correu bem e o que se poderia ter feito melhor. Deve-se retirar as considerações finais de todo o trabalho elaborado e, ainda indicar as limitações encontradas e sugestões de trabalho futuro.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se organizada em seis capítulos. No primeiro capítulo é apresentada a introdução da dissertação, os objetivos e a metodologia de investigação usada para a escrita da mesma. No capítulo dois é elaborada a fundamentação teórica dos conceitos presentes nesta dissertação, com especial atenção para a evolução histórica dos princípios *Lean*, vantagens e desvantagens da sua implementação e ferramentas que se baseiam no *Lean*.

No terceiro capítulo, apresenta-se a empresa onde foi realizada a presente dissertação, descreve-se o processo produtivo e, por fim analisa-se a situação atual e enumera-se os problemas detetados inicialmente. Após estarem enumerados, são propostas melhorias, que se encontram no capítulo quatro. No quinto capítulo, são apresentados os resultados provenientes da implementação das propostas de melhoria e, no último capítulo, abordam-se as considerações finais e limitações aquando da elaboração da presente dissertação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

Toyota Production System (TPS), também conhecido como *Lean Manufacturing*, é uma abordagem de produção desenvolvida pela *Toyota Motor Company*, no Japão, na década de 50. Surgiu como uma resposta aos desafios enfrentados pelo Japão, após a Segunda Guerra Mundial, devido à escassez severa de recursos, incluindo de matéria-prima e mão de obra qualificada.

Para colmatar essas falhas, Taiichi Ohno, percebeu a importância de utilizar esses recursos de forma mais eficiente para a produção e a necessidade de recuperar e competir com os mercados globais (Hines et al., 2004). O mercado japonês, era conhecido por produzir uma ampla variedade de produtos e modelos, ao contrário do sistema praticado na Europa e Estados Unidos, que produziam em massa, conseguindo diminuir os custos e praticar preços mais acessíveis.

O TPS foi projetado, no Japão, para permitir a flexibilidade de produção, conseguindo atender à variação da procura, utilizando o menor número de recursos possível (Hines et al., 2004).

Conforme afirmado por Liker (2004), *Lean Production* é uma filosofia de gestão de processos cujo propósito primordial é a maximização da eficiência e a minimização dos desperdícios em todas as fases da produção. Por outro lado, segundo a definição de Shah & Ward (2007), esta filosofia é caracterizada como um sistema de produção inovador com a eliminação de desperdícios e a criação de valor como metas centrais.

Já Womack & Jones (1996), descrevem *Lean Production* como o "antídoto para o desperdício". De acordo com esses autores, o desperdício abrange qualquer atividade que não contribua para a valorização do produto entregue ao cliente. É importante destacar que os desperdícios persistem em empresas de todos os tipos e, além de não acrescentarem valor ao produto, resultam em custos adicionais para o cliente, como salientado por Shah & Ward (2007).

Por outro lado, o conceito de valor é definido como qualquer atividade que promova a transformação do produto e que, de alguma maneira, seja considerada pelo cliente como algo pelo qual ele esteja disposto a pagar, conforme delineado por Duggan (2002).

2.1.1. CASA TPS

Conforme já mencionado, *Lean Manufacturing*, designação dada no ocidente para o TPS, é representado através de uma casa, a Casa TPS, um símbolo reconhecido internacionalmente na produção contemporânea. A escolha de modelá-lo como uma casa é uma metáfora que ressalta a ideia

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

de um sistema organizado e estruturado. Assim como uma casa, a estabilidade da Casa TPS depende de três elementos interligados: base, pilares e teto. Qualquer fragilidade numa das partes integrantes da casa pode comprometer a estrutura como um todo.

A base da Casa TPS é constituída pelos conceitos de Padronização e Estabilidade. A Padronização ou Normalização envolve o desenvolvimento e a implementação regular de conceitos, métodos e operações uniformes e facilmente repetíveis, adaptados às características específicas de diferentes produtos ou processos. Exemplo deste método é o *Standardized Work* (Trabalho Padronizado), que consiste na criação de documentos detalhados com métodos de trabalho eficazes e eficientes, a fim de garantir que todas as tarefas sejam executadas da mesma maneira, minimizando variações e otimizando o desempenho. Também engloba a prática do Heijunka, palavra japonesa que significa nivelamento de produção. Este nivelamento envolve a programação de produção de forma que os produtos sejam produzidos constantemente, independentemente das variações na procura. Os benefícios do Heijunka incluem a redução de *stocks*, a melhoria do fluxo de trabalho, a minimização de tempos de espera e a capacidade de resposta a mudanças na procura, conseguindo criar um ambiente de produção mais eficiente e flexível, reduzindo o desperdício e permitindo que as empresas atendam às necessidades dos clientes de maneira mais eficaz (Glenday, 2008).

A Estabilidade refere-se à necessidade de estabelecer e manter o equilíbrio em todos os aspetos das operações, do chão de fábrica à gestão. Este equilíbrio pode estar presente no bom funcionamento dos equipamentos e máquinas pois a manutenção preventiva é essencial para evitar paralisações não programadas; na organização eficiente dos espaços, de modo que os materiais e ferramentas estejam facilmente acessíveis. Um ambiente de trabalho limpo e organizado contribui para a eficiência e a segurança; no alinhamento dos objetivos pois é importante a equipa estar toda alinhada nos objetivos da organização, garantido que as tarefas diárias estejam a colaborar para esse objetivo; no “fazer bem à primeira”, para se evitar retrabalho, resultando num menor desperdício de tempo e recursos.

Os pilares da Casa TPS são compostos pelo *Just-in-Time* (JIT) e pelo Jidoka. Sakichi Toyoda, criou na década de 1920, o conceito de Jidoka, que significa “automação com um toque humano”, após ter aplicado esse conceito em seus teares automáticos, nos quais introduziu um dispositivo que interromperia a operação do tear sempre que um fio se rompesse (J. K. Liker & Morgan, 2006). Antes disso, os teares automáticos continuariam a funcionar mesmo com fios quebrados, resultando em produtos defeituosos e desperdício de material. A ideia por trás do Jidoka era projetar máquinas que fossem capazes de detetar automaticamente problemas ou falhas no processo de produção e, em

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

seguida, interromper a operação, acionando um sinal de alerta para que os operadores humanos pudessem intervir e corrigir o problema.

O "JIT", foi desenvolvido por Kiichiro Toyoda na década de 1930, a fim de evitar a superprodução e, conseqüentemente o excesso de *stock*. A ideia tinha como objetivo responder à procura do cliente, usando para isso o *Pull System*. Taiichi Ohno, mais tarde, aproveitou esta ideia, tendo criado um sistema único de fluxos de materiais e informações para conseguir controlar a superprodução, acabando por esta metodologia ser um dos pilares da casa do TPS.

Essa estrutura gráfica, a Casa TPS, serve como um guia visual para compreender e aplicar os princípios do TPS e do *Lean Manufacturing*, incentivando a eliminação de ineficiências e a busca constante por melhorias.

O telhado, ou seja, o objetivo da Casa TPS, reside na otimização da qualidade, na redução de custos e na diminuição dos tempos de produção, em paralelo com a eliminação de ineficiências, a fim de atender à procura do cliente (Handbook, 2000). Além do produto em si, a segurança no ambiente de trabalho e o envolvimento dos colaboradores representam elementos de considerável importância para o cliente.

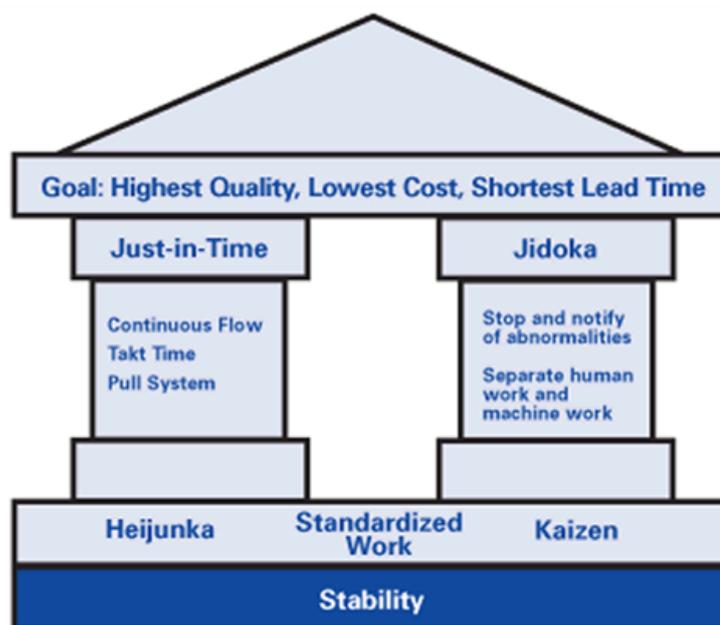


Figura 2 Casa TPS

2.1.2. PRINCÍPIOS DO *LEAN PRODUCTION*

Os princípios *Lean* são uma filosofia de gestão que se concentra na eliminação do desperdício e na maximização do valor para o cliente. Esses princípios foram inicialmente desenvolvidos pela Toyota no Japão, mas foram amplamente adotados em muitas outras organizações ao redor do mundo. Aqui estão os cinco princípios *Lean*:

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

- **Identificar o valor** para o cliente e **eliminar o desperdício**: este princípio *Lean* envolve a identificação do que é importante para o cliente e a eliminação de tudo o que não acrescenta valor. O objetivo é fornecer produtos ou serviços de alta qualidade que satisfaçam as necessidades do cliente. Para fazer isso, é necessário entender quais são as expectativas do cliente e, em seguida, identificar e eliminar todos os processos que não agregam valor (Womack & Jones, 1996). Por exemplo, um processo que leva muito tempo, consome muitos recursos ou não está alinhado com as expectativas do cliente pode ser considerado desperdício e deve ser eliminado.

- **Mapeamento de Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*)**: Este princípio consiste em mapear visualmente o fluxo de todas as atividades e processos envolvidos na criação de um produto ou entrega de um serviço. Isso ajuda a identificar onde ocorrem desperdícios e ineficiências (Rother & Shook, 1998).

- **Criação de Fluxo Contínuo**: Uma vez que o fluxo de valor é mapeado, o objetivo é criar um fluxo de trabalho contínuo e eficiente, minimizando interrupções e atrasos. Isso geralmente envolve a reorganização das atividades e a eliminação de gargalos (James P. Womack et al., 1991).

- Utilizar o ***Pull System***: envolve a produção de produtos ou serviços somente quando o cliente os solicita, em vez de produzi-los com antecedência. O objetivo é minimizar a produção excessiva e evitar a acumulação de *stocks*. Isso pode ser alcançado por meio de um sistema "*pull*", onde a produção é acionada pelo cliente, em vez de ser empurrada para o cliente. Por exemplo, se um cliente solicitar um produto, a empresa pode produzi-lo naquele momento, em vez de produzi-lo com antecedência e armazená-lo em *stock* (Shingo, 1989).

- **Perfeição**: A busca constante pela perfeição é um princípio fundamental *Lean*. Isso significa que as organizações devem continuar aprimorando seus processos, eliminando desperdícios e aumentando a eficiência de forma contínua (Ohno, 1988).



Figura 3 Princípios de *Lean Production*

2.1.3. VANTAGENS NA IMPLEMENTAÇÃO

A *Lean Production* oferece vários benefícios para as empresas que a adotam, incluindo:

- **Redução de desperdícios:** A eliminação de atividades que não agregam valor ao produto ou serviço leva a uma redução significativa de desperdícios, o que resulta numa maior eficiência, redução de custos e aumento da qualidade (Melton, 2005).
- **Melhoria contínua:** A filosofia da *Lean Production* enfatiza a procura constante por melhorias nos processos, levando a um aprimoramento contínuo da eficiência, qualidade e satisfação do cliente.
- **Aumento da flexibilidade:** A eliminação de *stocks* excessivos e a adoção de um sistema de produção "*just-in-time*" permitem que as empresas sejam mais flexíveis e capazes de responder rapidamente às mudanças na procura do mercado.
- **Foco no cliente:** A *Lean Production* tem como foco principal a satisfação do cliente, o que leva a um aumento da qualidade dos produtos e serviços, bem como da fidelidade do cliente (Melton, 2005).
- **Compromisso dos funcionários:** A filosofia da *Lean Production* incentiva a participação ativa dos funcionários no processo de melhoria contínua, o que leva a um maior compromisso e motivação da equipa.

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

- **Redução de *lead times*:** A adoção da *Lean Production* permite que as empresas reduzam o tempo de produção e entrega dos seus produtos ou serviços, o que pode ser crucial em mercados altamente competitivos (Melton, 2005).
- **Aumento da rentabilidade:** Com a redução de desperdícios, aumento da eficiência e melhoria da qualidade, as empresas podem aumentar sua rentabilidade e competitividade no mercado.

2.1.4. LIMITAÇÕES NA IMPLEMENTAÇÃO

Embora a *Lean Production* ofereça muitos benefícios, também existem algumas limitações e desafios associados à sua implementação, incluindo:

- **Resistência à mudança:** A implementação da *Lean Production* pode envolver mudanças significativas nos processos e na cultura organizacional da empresa, o que pode ser difícil de ser aceite por alguns funcionários (Melton, 2005);
- **Dificuldades na coordenação:** A implementação da *Lean Production* pode exigir uma coordenação eficiente entre diferentes departamentos e áreas da empresa, o que pode ser desafiante para organizações com estruturas hierárquicas rígidas (Spear & Bowen, 1999);
- **Dificuldades na manutenção:** A melhoria contínua é um aspeto fundamental da *Lean Production*, mas pode ser difícil manter o impulso da mudança e a cultura de melhoria contínua ao longo do tempo (Rother & Shook, 1998).

2.1.5. MUDA, MURI E MURA

Muda, Muri e Mura são termos japoneses usados na filosofia da *Lean Production* para identificar e eliminar desperdícios e variações nos processos de produção. Na Figura 4, está representada estes 3 conceitos.

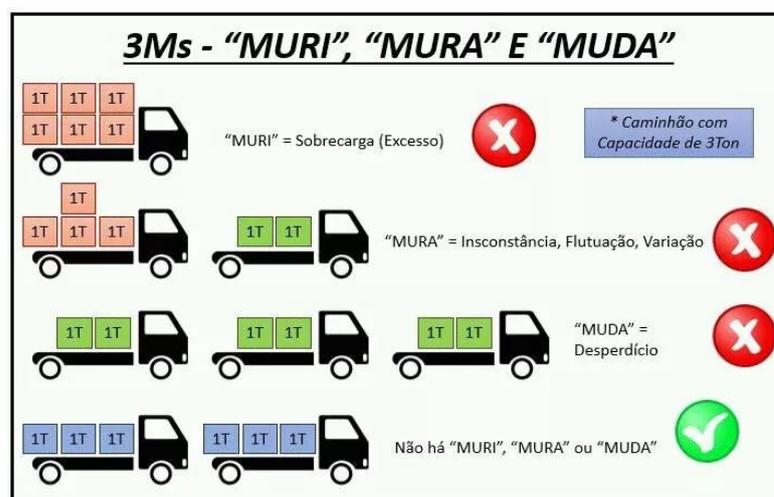


Figura 4 Representação dos 3 M's (Muda, Muri e Mura)

MUDA

Muda significa "desperdício" e refere-se a qualquer atividade que não agregue valor ao produto ou serviço final. Existem sete tipos de desperdícios identificados pela *Lean Production*: superprodução, espera, transporte, processamento excessivo, *stock* excessivo, movimento desnecessário e defeitos. O objetivo da *Lean Production* é eliminar esses desperdícios por meio da melhoria contínua dos processos (Pinto, 2008).

Os "7 desperdícios", também conhecidos como "Mudas", representados na Figura 5, são uma lista de problemas comuns que afetam a eficiência dos processos produtivos e que devem ser eliminados para melhorar a eficiência e reduzir custos (Ohno, 1988). Esses desperdícios são identificados dentro da filosofia *Lean Manufacturing* como:

1. **Excesso de produção:** Este desperdício ocorre quando mais produtos são produzidos do que o necessário no imediato ou quando não há procura. Isso resulta em *stocks* excessivos e desperdício de recursos (Ohno, 1988);
2. **Esperas:** Refere-se ao tempo em que pessoas se encontram inativas, muitas vezes por desnivelamento de produtividade em secções diferentes, mau planeamento ou máquinas inativas, o que leva ao aumento do tempo de ciclo e reduz a eficiência geral (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014);
3. **Transporte:** O transporte excessivo de materiais ou produtos entre diferentes locais adiciona custos, tempo e risco de danos. Reduzir o transporte desnecessário é essencial para eliminar esse desperdício (Womack & Jones, 1996);
4. **Sobreprocessamento:** Isso envolve a realização de mais trabalho ou processamento do que o necessário para atender aos requisitos do cliente. Reduzir o processamento excessivo ajuda a economizar tempo e recursos (Rother & Shook, 1998);
5. **Stock Excessivo:** Ter *stock* em excesso pode ocultar problemas subjacentes, como defeitos ou ineficiências no processo de produção. Isso também requer espaço de armazenamento e capital que poderiam ser utilizados de maneira mais (Liker, 2004);
6. **Movimentação:** Refere-se ao desperdício de movimentos desnecessários de pessoas ou equipamentos, levando ao desperdício de energia, mas também ao aumento do risco de lesões e redução da eficiência (Spear & Bowen, 1999);
7. **Defeitos:** Produtos defeituosos ou serviços com defeitos resultam em retrabalho, desperdício de materiais e insatisfação do cliente. A prevenção de defeitos é fundamental para eliminar esse desperdício (Deming, 1982).

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

Ao eliminar esses desperdícios, as empresas podem melhorar sua eficiência e reduzir custos, o que pode levar a um aumento na qualidade dos produtos e serviços e maior satisfação do cliente.



Figura 5 7 Desperdícios ("Muda") detetados no *Lean Production*

MURA

Mura significa "variação" e refere-se a variações na procura do mercado, nas habilidades dos funcionários ou na qualidade dos materiais. Essas variações podem levar a um processo de produção ineficiente e à criação de desperdícios. O objetivo da *Lean Production* é reduzir o Mura por meio da padronização dos processos e da implementação de sistemas de produção flexíveis que possam lidar com variações na procura ou na qualidade (Pinto, 2008).

MURI

Muri significa "sobrecarga" e está relacionado com a carga excessiva ou uma sobrecarga nos funcionários, equipamentos ou processos. O objetivo da *Lean Production* é evitar o Muri por meio de uma abordagem equilibrada, onde o trabalho é distribuído de forma equilibrada entre os funcionários e os equipamentos e processos são projetados para lidar com a procura sem sobrecarga (Pinto, 2008).

2.1.6. KAIZEN

Kaizen é uma filosofia de gestão de negócios que enfatiza a melhoria contínua dos processos, produtos e serviços de uma empresa (Imai, 1997). O objetivo do Kaizen é eliminar desperdícios e ineficiências nos processos de produção, aumentando a qualidade dos produtos e serviços e reduzindo os custos de produção.

A palavra "Kaizen" vem do japonês e significa "melhoria contínua". O conceito de Kaizen foi desenvolvido no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, como uma forma de ajudar as empresas japonesas a conseguirem-se recuperar e competir no mercado global.

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

O processo de Kaizen envolve todos os funcionários da empresa, desde a gerência até aos trabalhadores de produção, para identificar e eliminar desperdícios e ineficiências em todas as áreas da empresa. A ideia é que pequenas melhorias contínuas feitas por cada funcionário possam somar e gerar grandes melhorias no desempenho da empresa como um todo (Ortiz, 2006). O processo de Kaizen pode ser implementado em qualquer tipo de empresa ou organização, independentemente do tamanho ou setor de atividade. Algumas das ferramentas usadas no processo de Kaizen incluem o mapeamento de processos, o *brainstorming* e a análise de dados. Na Tabela 1, encontram-se vantagens e limitações na sua implementação:

Tabela 1 - Vantagens e limitações na implementação da ferramenta Kaizen

Vantagens	Limitações
Incentiva a participação de todos os funcionários na melhoria contínua dos processos;	Pode ser difícil motivar todos os funcionários a participarem do processo de <i>Kaizen</i> ;
Ajuda a criar uma cultura de melhoria contínua na empresa;	Nem todas as ideias geradas durante o processo de <i>Kaizen</i> são úteis ou práticas para implementar;
Identifica e elimina desperdícios de forma sistemática;	O processo de <i>Kaizen</i> pode levar tempo para gerar resultados significativos.
Gera ideias inovadoras que podem levar a melhorias significativas nos processos.	

2.2. FERRAMENTAS *LEAN*

Existem várias ferramentas e técnicas que fazem parte da filosofia da *Lean Production*, que ajudam as empresas a identificar e eliminar desperdícios e a melhorar a eficiência dos processos. Algumas das ferramentas mais comuns são:

2.2.1. KANBAN

Kanban é uma ferramenta visual usada em *Lean Manufacturing* para gerir o fluxo de trabalho num processo de produção. A palavra "Kanban" significa "cartão" em japonês, e originalmente o Kanban era um cartão usado para controlar o fluxo de materiais no processo produtivo. Atualmente, o Kanban pode

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

ser uma placa, um quadro branco ou uma ferramenta eletrónica que ajuda a controlar o fluxo de trabalho (Monden, 2011).

O Kanban funciona de forma simples: cada etapa do processo tem uma placa ou cartão que representa as tarefas a serem realizadas. Conforme as tarefas são concluídas em cada etapa, o cartão é movido para a próxima etapa do processo. Dessa forma, o Kanban ajuda a visualizar todo o processo de produção, desde a entrada de materiais até a entrega do produto final. Como em todas as implementações, existem vantagens e limitações, estando na Tabela 2 as respetivas da ferramenta Kanban:

Tabela 2 - Vantagens e limitações na implementação da ferramenta Kanban

Vantagens	Limitações
Ajuda a gerir o fluxo de trabalho e reduzir o tempo de espera;	Pode ser difícil implementar o Kanban em processos complexos ou em empresas com muitos departamentos;
Permite visualizar todo o processo de produção e identificar <i>bottlenecks</i> ;	A eficácia do Kanban depende do compromisso dos funcionários em usar a ferramenta de forma correta
Ajuda a priorizar as tarefas e garantir que os recursos estão a ser utilizados de forma eficiente;	O Kanban pode ser mais adequado para processos com alto volume de produção e tarefas repetitivas do que para processos com baixo volume e tarefas personalizadas.
Facilita a comunicação entre as equipas e o acompanhamento do progresso das tarefas.	

2.2.2. 5S

5S é um método de organização do local de trabalho que teve origem no Japão. O método é baseado em cinco palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, e *Shitsuke*, que podem ser traduzidas para inglês como *Sort*, *Set in Order*, *Shine*, *Standardize*, e *Sustain*, respetivamente (Shumin & Xiaoling, 2009).

A metodologia 5S foi desenvolvida pela primeira vez pela indústria automóvel japonesa, nos anos 60 (Hirano, 1995), com o objetivo de melhorar a eficiência de produção e reduzir desperdícios, tornando-se uma ferramenta popular na melhoria da organização do local de trabalho e de produtividade.

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

A filosofia subjacente à 5S é que um local de trabalho limpo e organizado conduz a uma melhor eficiência, produtividade e segurança. Seguindo os cinco passos do 5S, as organizações podem eliminar desperdícios, reduzir custos e criar um ambiente de trabalho mais eficiente e produtivo. Esta metodologia traz benefícios para as empresas, tais como:

Aumento da produtividade: A organização e a eficiência resultantes da aplicação dos princípios 5S podem levar a um aumento significativo na produtividade (Hirano, 1995);

Redução de custos: A eliminação de itens desnecessários, a redução do retrabalho e a melhoria da eficiência geral podem levar a uma redução de custos operacionais (Rother & Shook, 1998);

Melhoria da qualidade: A padronização e a disciplina promovidas pelo 5S podem ajudar a melhorar a qualidade dos produtos e serviços (Imai, 1986);

Ambiente de trabalho mais seguro: A manutenção regular e a limpeza do ambiente de trabalho reduzem os riscos de acidentes e promovem um ambiente mais seguro (Rother & Shook, 1998);

Compromisso dos colaboradores: A participação dos funcionários na implementação e manutenção do 5S promovem o compromisso e a sensação de inclusão em relação ao ambiente de trabalho (Hirano, 1995).

ETAPAS 5S

Para Hirano (1995), esta metodologia segue 5 etapas (Figura 6):



Figura 6 Etapas da metodologia 5S

Utilização (Seiri): esta etapa envolve analisar o ambiente de trabalho e remover todos os itens que não sejam necessários para as tarefas destinadas. Pode incluir *stock* em excesso, equipamento

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

obsoleto, objetos pessoais e/ou ferramentas desnecessárias. O objetivo é manter apenas o que é necessário e eliminar a desordem.

Organização (Seiton): uma vez removidos os itens desnecessários, o passo seguinte é organizar os itens restantes de uma forma que os torne fáceis de encontrar e utilizar. Isto pode envolver a criação de áreas de armazenamento designadas para ferramentas e equipamento, rotulagem de prateleiras e contentores.

Limpeza (Seiso): este passo envolve a limpeza completa do local de trabalho, equipamento e ferramentas. O objetivo é criar um ambiente de trabalho limpo e seguro que esteja livre de sujidade, detritos e perigos.

Padronizar (*Seiketsu*): Uma vez que o local de trabalho tenha sido organizado e limpo, o passo seguinte é estabelecer procedimentos padrão para manter este nível de limpeza e organização. Isto pode envolver a criação de listas de verificação, o desenvolvimento de procedimentos de limpeza e manutenção, e o estabelecimento de diretrizes sobre a forma como as ferramentas e o equipamento devem ser utilizados e armazenados.

Autodisciplina (*Shitsuke*): a etapa final da técnica 5S envolve a criação de uma cultura de melhoria contínua, onde os empregados são encorajados a manter o novo nível de organização e limpeza e a identificar oportunidades de melhoria contínua. Isto pode envolver a formação dos funcionários, o estabelecimento de auditorias e inspeções regulares, e o reconhecimento e recompensa dos funcionários que contribuem para o sucesso do programa 5S.

Globalmente, o objetivo do 5S é criar um local de trabalho que seja seguro, eficiente e produtivo. Ao seguir estes cinco passos, as organizações podem eliminar desperdícios, reduzir custos e melhorar a qualidade dos seus produtos e serviços.

2.2.3. VALUE STREAM MAPPING

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta do *Lean Manufacturing* que visa mapear todo o processo produtivo da empresa, desde o momento em que o produto é projetado até o momento em que é entregue ao cliente final. O objetivo do VSM é identificar oportunidades de melhoria no processo de produção e eliminar desperdícios (Rother & Shook, 1998).

O VSM é geralmente feito num diagrama que representa visualmente todas as etapas do processo de produção, incluindo os fluxos de materiais e informações (Rajgopal & Abdulmalek, 2007). Permite identificar *bottlenecks*, tempos de espera, *stocks* excessivos e outras fontes de desperdício que podem estar a comprometer a eficiência do processo (Snyder & Lee, 2017). Na Tabela 3, estão enumeradas as vantagens e limitações na implementação desta ferramenta.

Tabela 3 Vantagens e limitações na implementação da ferramenta VSM

Vantagens	Limitações
Identificação clara dos bottlenecks no processo produtivo;	O processo de mapeamento pode ser demorado e exigir investimentos significativos quer de tempo e/ou recursos;
Identificação de oportunidades de melhoria para reduzir os desperdícios e aumentar a eficiência do processo;	Pode ser difícil mapear todos os processos e fluxos de informações com precisão;
Redução de custos;	Os resultados do VSM podem não ser aplicáveis a todas as empresas ou processos de produção.
Melhoria da qualidade do produto/serviço;	
Melhoria da comunicação entre os diferentes departamentos da empresa.	

3. CARATERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo, é apresentada a empresa escolhida para a elaboração deste Projeto, assim como o enquadramento histórico. Também será apresentado a Visão, Missão e Princípios da organização e a sua estrutura organizacional.

3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.1.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO

A Metalúrgica Central da Trofa, com o logotipo representado na Figura 7, é uma empresa fundada na década de 60 na cidade da Trofa e especializada na fundição e transformação de latão. Ao longo dos anos, tem ampliado a sua presença no mercado inserido. A partir do ano 2000, o mercado tornou-se mais exigente, o que impulsionou a empresa a encontrar novas ideias, dinamismo e uma nova cultura organizacional, culminando na mudança de liderança (MCT, n.d.).

Visando atender à procura proveniente das novas encomendas, a empresa decidiu transferir as suas instalações para Ribeirão, onde dispõe de uma área de 3000m². Esta mudança estratégica permitiu que a empresa expandisse o seu leque de clientes, resultando, em 2015, na conquista do título de Empresa PME EXCELÊNCIA, uma reconhecida designação para Pequenas e Médias Empresas.

Desde então, a Metalúrgica Central da Trofa tem trabalhado constantemente para melhorar as suas operações e atender às crescentes exigências do mercado, mantendo-se comprometida com a qualidade e eficiência dos seus serviços. Ao longo dos anos, tem demonstrado adaptabilidade e capacidade de evolução, fatores essenciais para o crescimento e sucesso contínuo na indústria de fundição e transformação de latão.



Figura 7 Logotipo da empresa Metalúrgica Central da Trofa

Com a mudança de liderança, a Organização apostou nos mercados de França, Alemanha, Inglaterra, Espanha e Estados Unidos, como ainda hoje estão presentes (Figura 8).



Figura 8 Presença da empresa nos mercados internacionais.

3.1.2. VISÃO, MISSÃO E PRINCÍPIOS

A Visão, Missão e Princípios da MCT estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 Visão, Missão e Princípios da MCT

Visão	“Queremos ser uma das empresas metalúrgicas mais reputadas e fiáveis do sector, com relevância na cadeia de valor do nosso mercado, reconhecida pelo desenvolvimento e capacidade tecnológica, pela qualidade do serviço a clientes e das políticas ambientais.” (MCT, n.d.)
Missão	“Entregar valor aos nossos clientes através de produtos e serviços acima das suas expectativas que lhes permitam ganhar vantagens competitivas nos mercados onde operam – o nosso sucesso é o sucesso dos nossos clientes.” (MCT, n.d.)
Princípios	<ul style="list-style-type: none">• “Todos trabalhamos para o cliente• Somos uma organização consciente de custo• Atuamos com ética e integridade• Inovação não é um fim, mas um meio• Pessoas antes da tecnologia• Temos um forte compromisso com o meio ambiente” (MCT, n.d.)

3.1.3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Na hierarquia organizacional, a gestão superior é ocupada pela direção executiva, que sempre conta com a estreita colaboração do departamento de Gestão da Qualidade. No segundo nível hierárquico, encontramos seis distintos departamentos, a saber: financeiro, compras, administrativo, produção, comercial e qualidade. Cada um destes departamentos dispõe de um líder responsável pelo

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

seu funcionamento e pelo alcance dos objetivos associados. Logo a seguir, situam-se os responsáveis por cada uma das secções, cuja principal incumbência é assegurar o adequado desempenho de suas respectivas áreas, garantindo o cumprimento dos objetivos diários relacionados com a produção e a qualidade. Por último, temos os operadores, uma parte fundamental da empresa, uma vez que são eles os encarregados de executar todas as tarefas relacionadas com a transformação dos produtos.

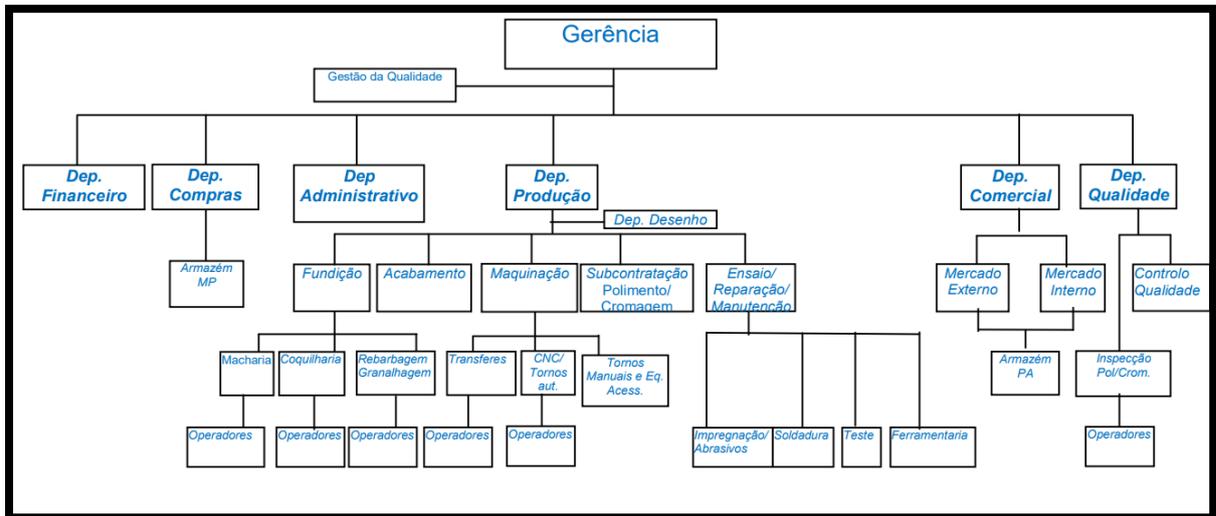


Figura 9 Estrutura organizacional da empresa MCT

3.1.4. PRODUTOS

A Empresa apresenta um amplo portfólio de produtos personalizados, desenvolvidos conforme as especificações técnicas e os padrões de qualidade fornecidos pelos clientes (Figura 10). Esse catálogo abrange uma extensa gama de produtos, que inclui desde contadores de água, torneiras destinadas a banheiras, lavatórios e bidês, colunas de cerveja, válvulas, bocas de incêndio, objetos de decoração para uso doméstico e uma diversificada seleção de acessórios em latão para sistemas de canalização.



Figura 10 Exemplos de produtos produzidos na empresa

3.1.5. LAYOUT DA EMPRESA E FLUXOS PRINCIPAIS DOS PRODUTOS

O layout do chão de fábrica está dividido em 6 secções (Figura 11), onde cada uma delas é alimentada pela secção anterior e são constituídas por pessoas que trabalham em máquinas que fazem trabalhos iguais ou semelhantes. Estas secções são Macharia, Fundição, Rebarbagem, Maquinagem e Acabamento.

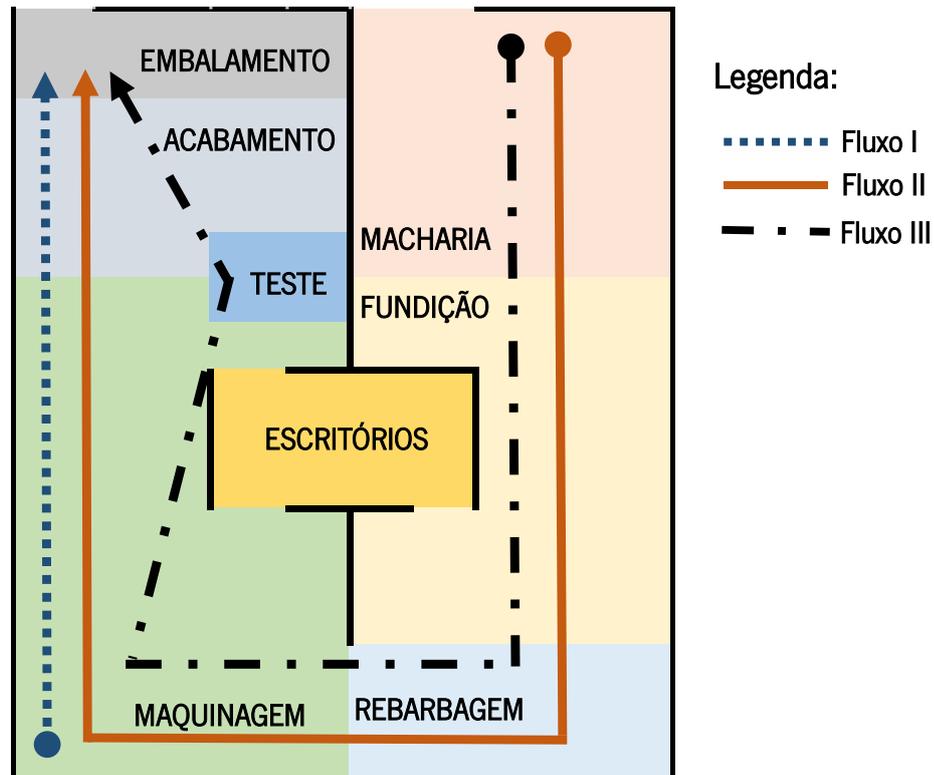


Figura 11 Layout e fluxos produtivos no chão de fábrica

3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo começa quando há a receção de uma nova encomenda, que é encaminhado o planeamento da produção para a secção Macharia. A produção é iniciada com a criação do macho, que pode ser em areia sílica ou areia Shell. Este macho passa por um processo de calor e compressão, fazendo solidificar a areia dentro da caixa de machos. Seguidamente, os machos são transportados para a Fundição e são colocados nas coquilhas, onde será vazado metal líquido, podendo este processo ser através da gravidade ou baixa pressão. Após uns segundos, a peça solidifica e o operador remove a peça da coquilha.

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

De seguida, são transportados em lote para a Rebarbagem, local onde os gitos e as aparas são cortados com serras de roda, de forma que as peças possam ir à Granalhagem para ser retirado o excesso de pó de latão na superfície das peças.

Após isso, as peças são transportadas para a secção da Maquinagem. Nesta secção, a peça é torneada ou fresada, consoante o pedido inicial do cliente. A seguir, a peça poderá ter de ser soldada e em caso afirmativo, é enviada para subcontrato. Quando se receciona essas peças de subcontrato, estas são inspecionadas e, nesse momento, a peça pode ter de fazer o teste de estanqueidade que consiste em verificar se não há fugas que possam prejudicar o funcionamento futuro da peça. Caso aconteça, a peça tem de ser impregnada. Outra situação, é o envio das peças para o polimento, cromagem ou niquelagem consoante o efeito pretendido na peça. Caso não sejam precisas estas duas situações, a peça é enviada para o Acabamento.

No Acabamento, as peças são inspecionadas visualmente para evitar o envio da encomenda para o cliente com peças que apresentam poros, rechupes, arranhões e rachadelas. Quando as peças apresentam roscas, é feito um controlo por amostragem, usando calibres para testar, de forma a concluir-se se as peças estão em conformidade. No final, as encomendas são embaladas e enviadas para o cliente.

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

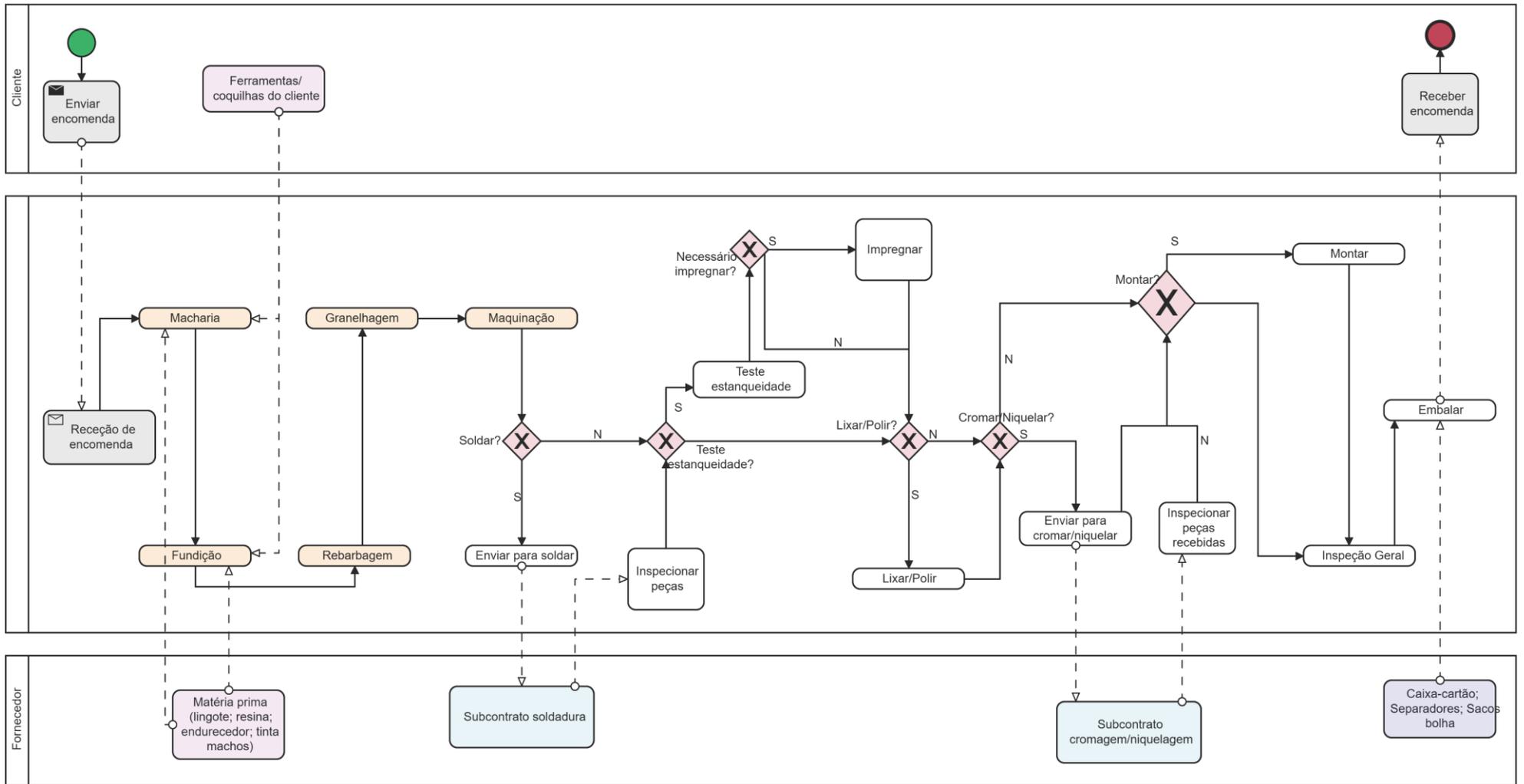


Figura 12 BPMN do processo produtivo

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

3.2.1. MACHARIA

A primeira secção conhecida como Macharia é o ponto de partida da produção dos produtos fabricados dentro da organização. Esta secção, layout representado na Figura 13, é responsável pela criação dos machos em areia e está subdividida em duas partes distintas: uma dedicada à produção de machos em areia sílica e outra à produção de machos em areia *shell* – Figura 14(a).

O processo de produção de um macho é relativamente simples e requer essencialmente areia, seja sílica ou Shell, e um molde montado na máquina, denominado caixa de machos – Figura 14(b).

Inicialmente, a caixa de machos é montada na máquina. Em seguida, a matéria-prima (areia) é colocada no moinho da máquina e injetada no cabeço e, posteriormente, na caixa de machos. O macho solidifica por meio da aplicação de pressão e calor, e quando está totalmente solidificado, a caixa abre e o macho é removido por meio de mecanismos. Por fim, o operador realiza o processo de rebarbação do macho, que consiste em remover quaisquer rebarbas, resíduos ou imperfeições, deixando o macho com uma superfície lisa e compacta.

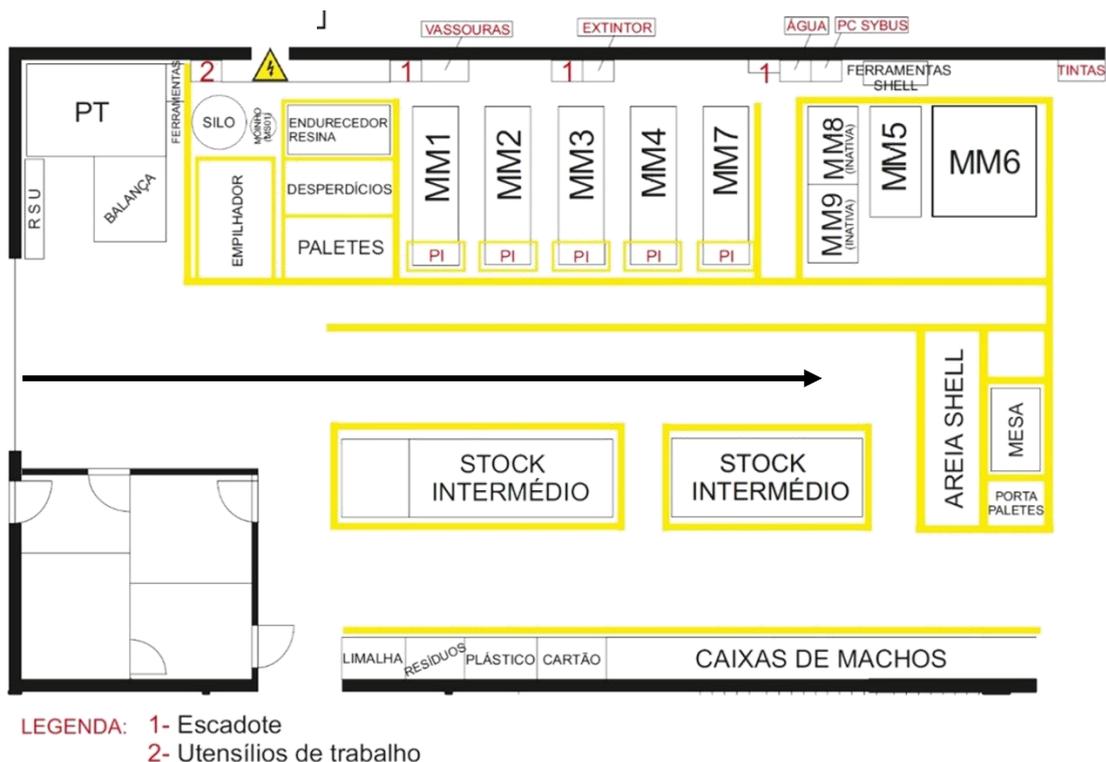


Figura 13 Layout referente à secção da Macharia



(a)



(b)

Figura 14 (a) Macho em areia shell (b) - Caixa de machos para peça em areia shell

3.2.2. FUNDIÇÃO

Na secção de Fundição é realizado o vazamento do latão em estado líquido para a coquilha (molde). Este processo é feito de duas maneiras diferentes devido a existirem dois tipos de fundição na empresa: fundição por gravidade e fundição em baixa pressão.

No caso da fundição por gravidade, os fornos de indução, transformam o latão sólido em estado líquido, juntamente com quatro coquilhadoras por gravidade. Já na fundição em baixa pressão, Figura 15, utiliza-se uma máquina específica para esse processo.



Figura 15 Fundição em baixa pressão

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

Essencialmente, o vazamento consiste em despejar um metal líquido no molde, conhecido como coquilha, sendo que um macho proveniente da seção anterior é previamente inserido dentro da coquilha. Após o vazamento do metal na coquilha, é necessário aguardar a solidificação do material. Quando isso ocorre, a coquilha é aberta e o operador retira a peça fundida e mantém-na num reservatório (Figura 16).



Figura 16 Reservatório para as peças fundidas por gravidade



Figura 17 Transformação do metal sólido em líquido e colheres usadas para o vazamento

A principal diferença entre as duas formas de fundição reside no facto de que, na fundição por gravidade, o operador despeja manualmente o metal na coquilha usando uma colher, e o metal flui, por ação da gravidade, ou seja, de cima para baixo. Já na fundição em baixa pressão, a coquilha é preenchida de baixo para cima, utilizando metal sob baixa pressão e injeção a velocidades reduzidas. Esse tipo de fundição é altamente automatizado, uma vez que a máquina realiza a injeção do metal de forma autónoma, requerendo apenas programação prévia de parâmetros como a velocidade de injeção, temperatura da coquilha e temperatura do metal. Por outro lado, a fundição em coquilha por gravidade é um processo mais manual e a qualidade das peças depende da habilidade do operador durante o vazamento. Quanto às matérias-primas, o principal material utilizado é o latão, adquirido em forma de lingotes. O layout da secção da Fundição está representado na Figura 18.

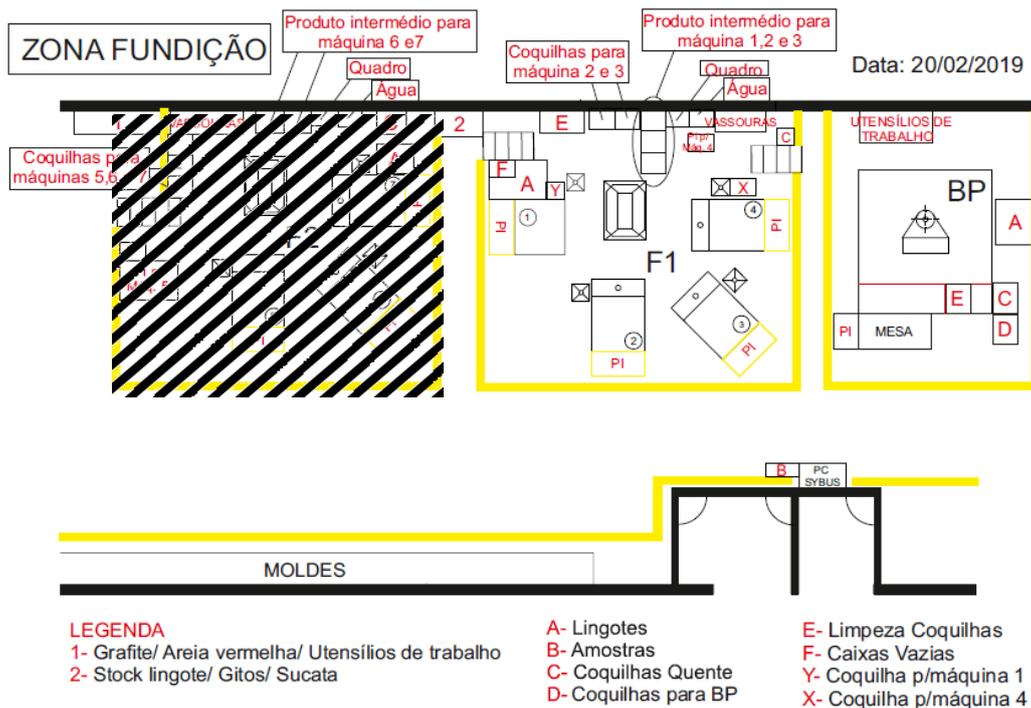


Figura 18 Layout referente à secção de Fundição

3.2.3. REBARBAGEM

A secção de Rebarbagem é a terceira área da organização, onde ocorrem o corte e a granalhagem das peças fundidas, a fim de remover toda a areia do interior delas, antes de serem encaminhadas para o processo de maquinagem. Nessa secção, existem duas zonas de armazenamento distintas: uma para o produto fundido a ser cortado e outra para o produto final pronto para a maquinagem.

Na Rebarbagem, ocorrem dois principais processos: a rebarbagem e a granalhagem, realizados em sequência. A rebarbagem das peças consiste no corte de quaisquer rebarbas ou resíduos que possam estar presentes, utilizando rebarbadoras com discos giratórios (Figura 19) ou uma serra vertical quando as peças são grandes ou possuem rebarbas ao longo de sua extensão. Por outro lado, a granalhagem pode ser dividida em dois tipos: a granalhagem para remoção da areia do interior das peças e a granalhagem para aprimorar o acabamento, removendo o excesso de pó de latão. Em ambos, o operador coloca as peças na máquina (Figura 19) e adiciona a quantidade necessária de granalha de aço. A granalha é projetada mecanicamente nas peças, removendo toda a areia e o excesso de pó de latão. No caso do segundo tipo de granalhagem, geralmente são necessários dois ciclos para que as peças sejam adequadamente granalhadas. O pó de latão, como mencionado anteriormente, é coletado nos recipientes adjacentes e posteriormente vendido, enquanto a areia é extraída e considerada um resíduo, sendo coletada por uma empresa especializada.



Figura 19 Rebarbadora com discos giratórios e máquina responsável pela granalhagem, respetivamente

3.2.4. MAQUINAGEM

A secção de Maquinagem é a maior área da organização, tanto em termos de espaço físico quanto em número de equipamentos (Figura 20). É composta por quatro zonas distintas: a zona dos centros de maquinagem, a zona dos tornos automáticos, a zona dos transferes e tornos manuais, e a zona de teste. Cada zona possui características e equipamentos específicos para executar diferentes operações de maquinagem.

Nos centros de maquinagem, a peça é colocada em movimento ao redor de uma ferramenta que está sempre a girar. Esse tipo de maquinaria é altamente sofisticado e permite a realização de operações complexas com alta precisão.

Nos tornos automáticos, as ferramentas movimentam-se enquanto a peça gira em torno de um eixo horizontal. Esses tornos são utilizados para executar operações de torneamento, como a criação de roscas e furações necessárias.

A zona dos transferes e tornos manuais envolve a movimentação manual das peças entre diferentes máquinas para realizar as operações de maquinagem. Essa área é adequada para peças de menor complexidade ou produções em menor escala.

A zona de teste é responsável pela verificação da qualidade das peças após a maquinagem. Nessa área, são realizados testes de estanqueidade, utilizando máquinas próprias que aplicam pressão de 3 a 5 bar para verificar se as peças apresentam vazamentos de ar. Além disso, são utilizados calibres "Passa e

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

Não Passa" e outras medições definidas na Ficha de Controlo Individual da peça para garantir a qualidade das furações e roscas.

A secção de Maquinagem desempenha um papel fundamental na fabricação de peças e componentes industriais. Com as diferentes zonas e processos de maquinagem, a empresa é capaz de produzir peças com precisão, removendo o excesso de metal e realizando as operações necessárias para atender às especificações e requisitos de qualidade.

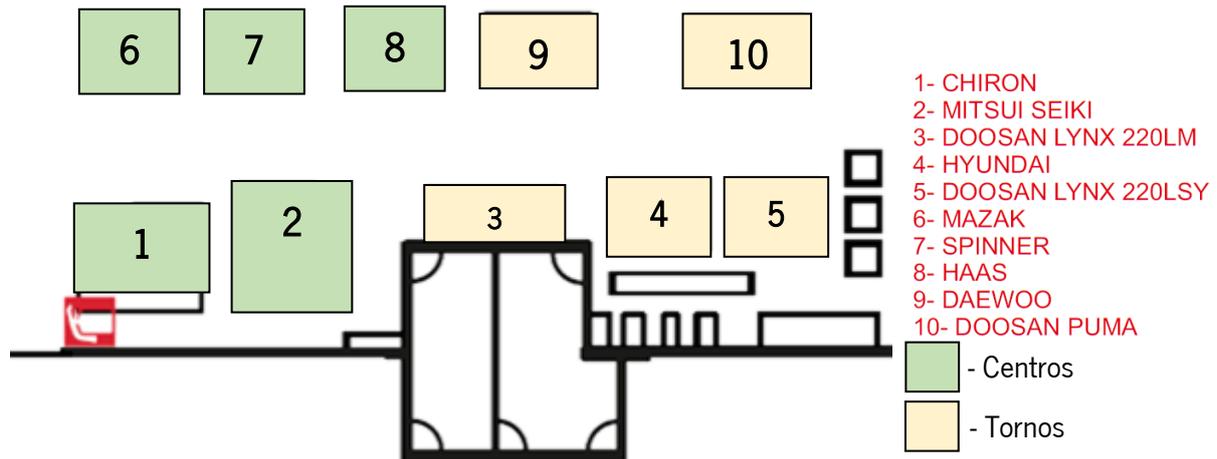


Figura 20 Layout referente à secção da Maquinagem

3.2.5. IMPREGNAÇÃO

A Secção de Impregnação está destinada à resolução de pequenos problemas internos detetados nas peças durante o teste de estanqueidade, tais como fissuras de dimensões reduzidas. A técnica de impregnação consiste no preenchimento das microfissuras presentes nas peças por meio de uma combinação de resina e catalisador. Nesse processo, as peças são imersas num banho de resina por aproximadamente 20 minutos dentro de uma máquina a vácuo, o que possibilita a remoção de todo o ar presente, permitindo que a resina preencha adequadamente as microfissuras.

Além da impregnação propriamente dita, nessa seção também são realizadas as operações de lavagem de determinadas peças que serão encaminhadas aos clientes após o processo de fundição. Essa lavagem é conduzida por máquinas de ultrassom.

3.2.6. ACABAMENTO

Quando as peças estão prontas a ser embaladas, são encaminhadas para a secção do Acabamento, onde são inspecionadas visualmente e limpas, para garantir que saem com a máxima qualidade e, posteriormente, são embaladas para serem enviadas para o cliente.

3.3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

3.3.1. AUDITORIA 5S

De forma a conseguir-se avaliar o ambiente de trabalho do Acabamento, decidiu-se fazer, numa fase inicial, uma Auditoria 5S. No Anexo I encontra-se o *template* usado para esta auditoria e os resultados obtidos. Esta Auditoria consiste na avaliação das 5 etapas 5S – Utilização, Organização, Limpeza, Normalização e Autodisciplina -, em que cada etapa está relacionada com determinados parâmetros importantes para o bom funcionamento do ambiente de trabalho.

Desta Auditoria, conseguiu-se perceber que a etapa com menor pontuação é a Autodisciplina pois nunca houve uma formação 5S, importante para ajudar a transmitir os princípios e as técnicas necessárias, capacitam os funcionários a identificar problemas e implementar soluções, criando uma cultura de constante melhoria. No geral, a formação em 5S é importante para criar uma cultura organizacional direcionada para a melhoria contínua, eficiência, segurança e qualidade. Ao capacitar os funcionários com os conhecimentos necessários, as formações em 5S ajudam a implementar e manter os princípios do 5S na organização.

Os sensores de Organização e Limpeza obtiveram uma pontuação de 3 e 5 pontos em 10 e 12 pontos possíveis, respetivamente. O 4S – Normalização -, responsável pela padronização de processos como instruções de trabalho ou planos de limpeza, somou 2 pontos em 4 possíveis.

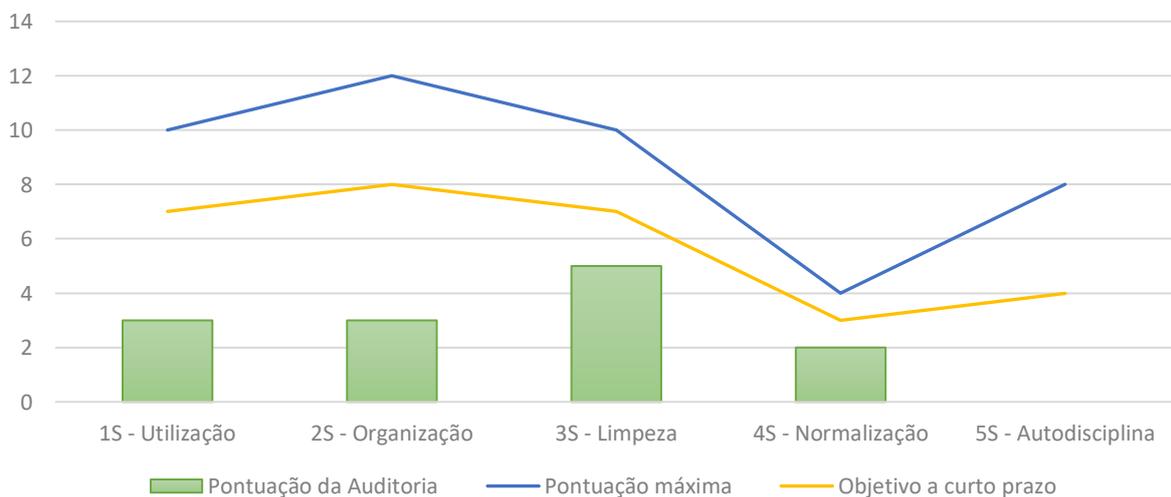


Figura 21 Resultados da auditoria 5S, no início de abril

Pela análise da Figura 21, decidiu-se incluir o objetivo a curto prazo para cada etapa, tendo em consideração a análise da margem de progressão a atingir nos próximos meses.

Estas Auditorias são uma ferramenta importante para manter e melhorar a implementação de metodologias 5S, que ajudem a sustentar a disciplina, identificar oportunidades de melhoria, padronizar práticas e melhorar a segurança e qualidade dos operários.

3.3.2. ANÁLISE ABC

Neste subcapítulo, foi elaborada uma análise ABC, com o objetivo de haver um foco num determinado número de produtos, categoria A, que são considerados os mais críticos, visto serem os responsáveis pelos maiores lucros da empresa, seguindo a regra dos 80-20, 80% do lucro da empresa advir de 20% de produtos, com o objetivo de identificar e priorizar os itens de maior importância ou valor, a fim de direcionar os recursos e esforços, eficientemente. Para o caso, foram utilizados dados referentes aos meses de janeiro a maio e dividiu-se em 77%-18%-5% as categorias A, B e C, respetivamente.

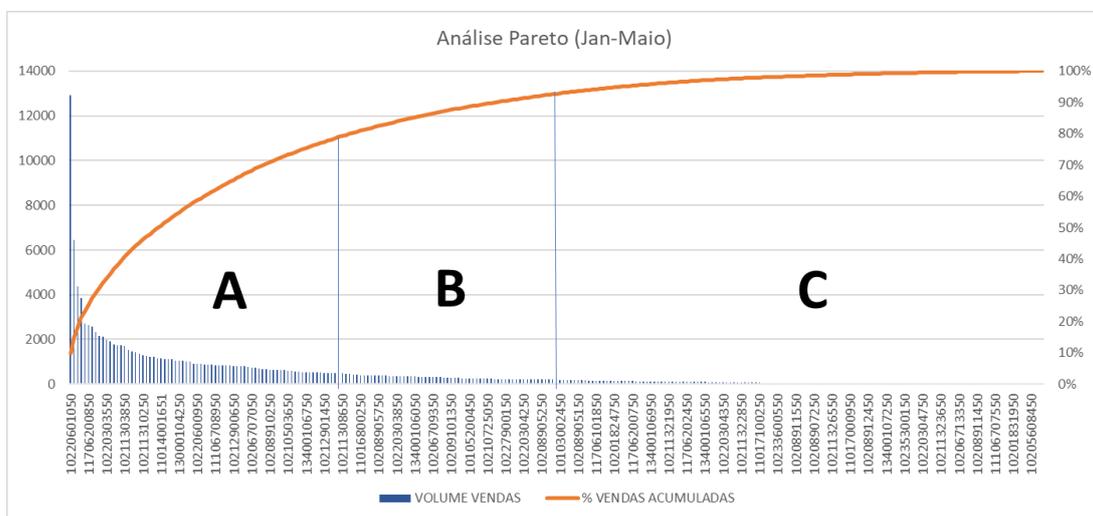


Figura 22 Análise de Pareto entre janeiro e maio (2023)

Através da Tabela 5, pode-se interpretar mais facilmente a Figura 22, conseguindo-se perceber que 70 produtos dos 269 totais pertencem à classe A, representando 26% dos produtos, mas com 77% de vendas, mostrando assim, a importância de se analisar mais profundamente os produtos desta categoria. Também de realçar que se deve direcionar a atenção para o controlo da qualidade dos produtos da classe A, para se atingir a maior satisfação e confiança por parte do cliente.

Tabela 5 Resultados da Análise de Pareto

Classe	% de artigos	Soma de % VENDAS
A	26,02%	77%
B	30,48%	18%
C	43,49%	5%
Total Geral	100,00%	100%

3.3.3. VALUE STREAM MAPPING

Após a análise ABC, decidiu-se proceder à elaboração de um *Value Stream Mapping* para se obter a representação visual e detalhada do fluxo de valor de um processo, de forma a identificar oportunidades de melhoria, eliminar possíveis desperdícios e otimizar o fluxo de valor. Os dados necessários passaram pelo tempo de ciclo, tempo de setup, número de operários e tempos de espera do produto intermédio entre cada posto de trabalho. Após a recolha destas métricas, procedeu-se à elaboração do VSM com o auxílio da aplicação *Draw.io*. Assim, foram usadas duas semanas de produção para servir de base de dados, sendo que se analisou os três possíveis cenários presentes na empresa:

a) **FLUXO I:** CORTE DE BARRA/TUBO > MAQUINAGEM > INSPEÇÃO > EMBALAMENTO

Neste fluxo, as peças começam o seu fluxo na secção da Maquinagem, não passando pela Fundição e seguem para o Acabamento. A empresa compra barras/tubos, que são cortados no disco de corte e são maquinados. Estas peças não são testadas, sendo enviadas diretamente para o Acabamento, para serem inspecionadas e embaladas (Figura 23).

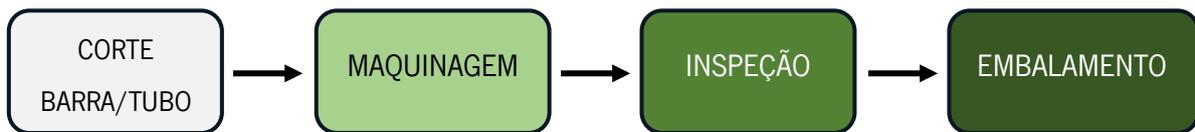


Figura 23 Esquema do processo produtivo referente ao Fluxo I

b) **FLUXO II:** FUNDIÇÃO > REBARBAGEM > MAQUINAGEM > INSPEÇÃO > EMBALAMENTO

O fluxo II (Figura 24) de produção inicia-se na Fundição, onde o forno é mantido a temperaturas elevadas, pela alimentação de lingotes e gitos, provenientes da Rebarbagem. De seguida, segue para a Rebarbagem, onde são retirados os excessos e são encaminhados para a Maquinagem, de forma a serem maquinados. Neste cenário, as peças são inspecionadas e embaladas sem necessitarem de teste.

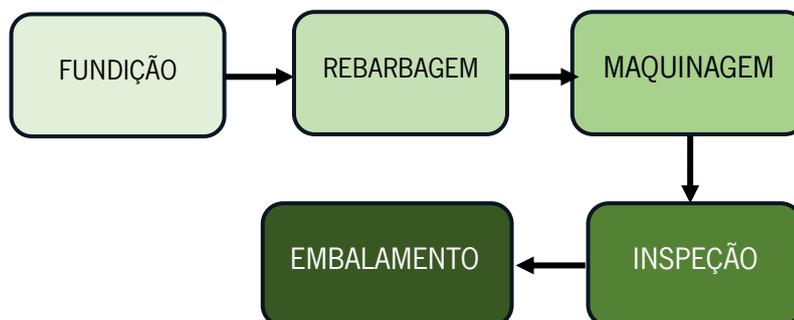


Figura 24 Esquema do processo produtivo referente ao Fluxo II

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

c) **Fluxo III:** Fundição > Rebarbagem > Maquinagem > Teste > Acabamento

Esta opção é idêntica à anterior, diferindo na necessidade de serem testadas, devido a haver peças que precisam de passar no teste de estanqueidade. Terminado o teste, as peças são inspecionadas e embaladas na secção do Acabamento.

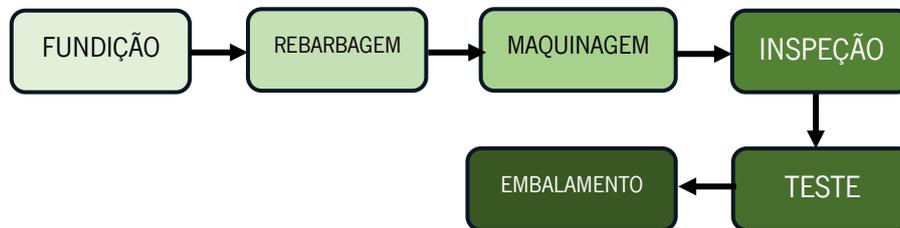


Figura 25 Esquema do processo produtivo referente ao Fluxo III

A função do VSM é fornecer uma representação visual do fluxo de valor atual e futuro, identificar desperdícios, gargalos e tempos de espera, direcionar melhorias e acompanhar os resultados obtidos. É uma ferramenta poderosa para promover a eficiência, a redução de custos e a melhoria contínua em um processo ou sistema.

De forma a calcular o Rácio Valor Acrescentado (RVA), utilizando a Equação 1 e os dados do *Lead Time* e o *Value Added Time*, de cada fluxo, como está apresentado na Tabela 6.

$$RVA (\%) = \frac{\text{Value added time}}{\text{Lead time}}$$

Equação 1 Cálculo do Rácio de Valor Acrescentado

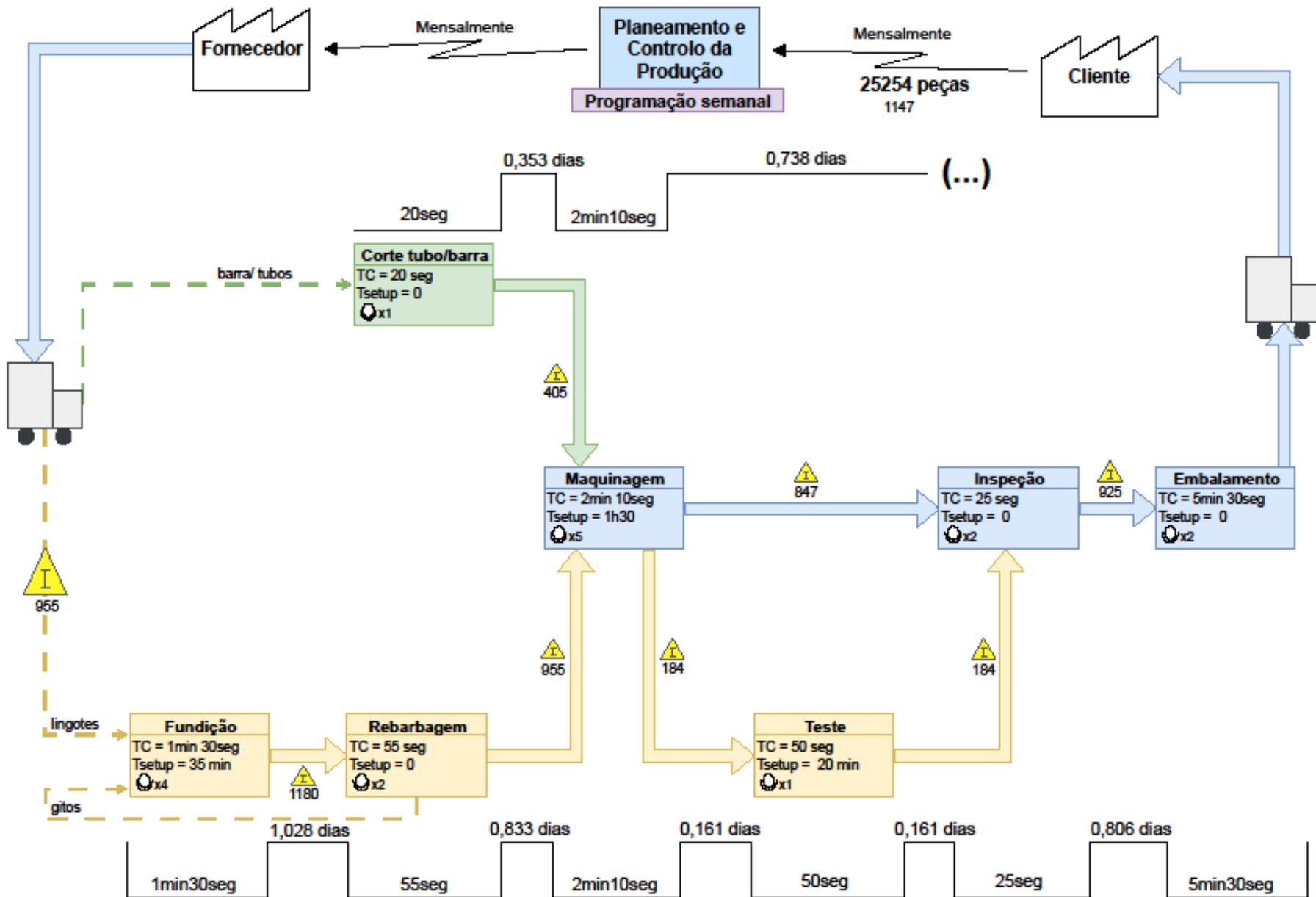
Pode-se constatar que o RVA dos 3 fluxos é consideravelmente baixo, sendo o fluxo 2 o que apresenta menor percentagem de RVA. Os motivos deste valor reduzido podem estar relacionados com os tempos de espera excessivos entre postos de trabalho ou problemas de qualidade, devido à existência de defeitos frequentes, que muitas vezes leva a retrabalho, não agregando valor ao produto.

O Fluxo 1 apresenta o rácio de valor acrescentado mais alto, apesar de não chegar a 1% e, por isso também é crítico.

Tabela 6 Dados necessários para o cálculo do Rácio Valor Acrescentado (RVA)

	Fluxo I	Fluxo II	Fluxo III
Value Added time (min)	8,42	10,5	11,33
Lead time (dias)	1,897	3,405	2,98
Lead time (min)	891,59	1600,35	1400,6
RVA (%)	0,94%	0,66%	0,81%

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean



Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

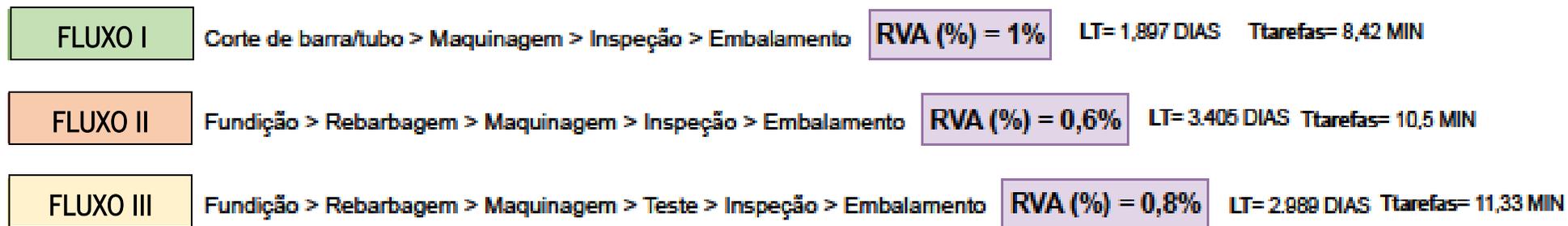


Figura 26 Value Stream Mapping e cálculo de RVA para os 3 fluxos da situação atual

3.4. PROBLEMAS INICIAIS

Numa fase inicial, foram detetados os problemas presentes no chão de fábrica na secção do Acabamento, listados na Figura 27, onde foi feito registo fotográfico, para futura análise e possíveis propostas de melhoria.

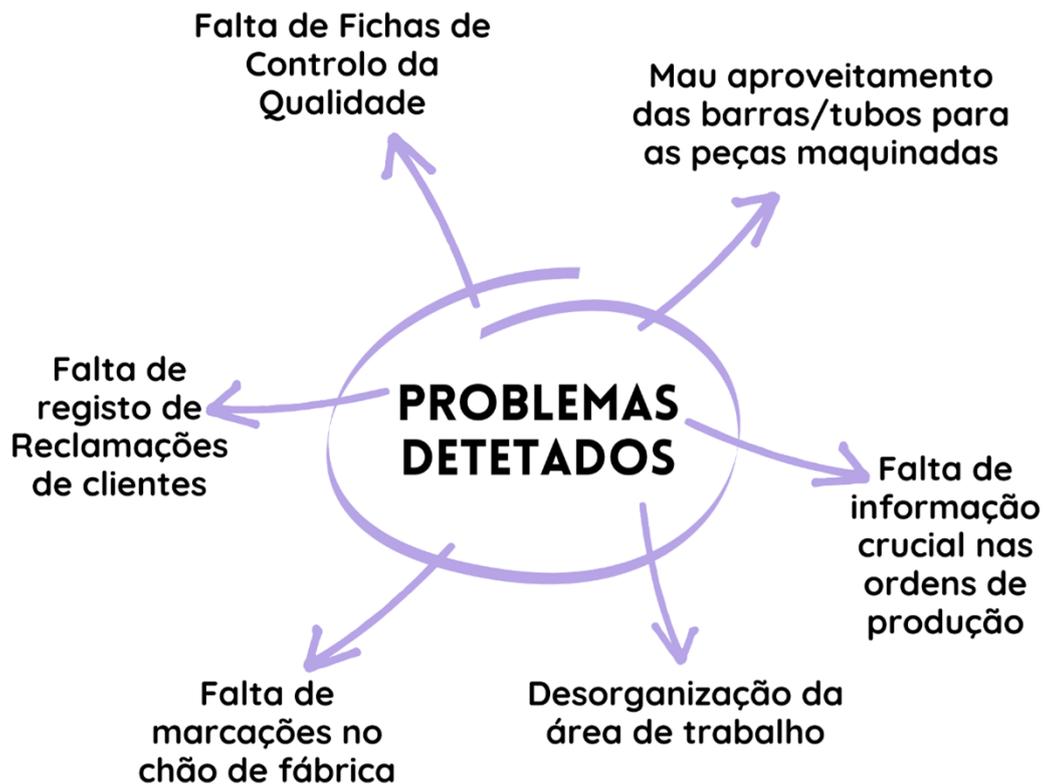


Figura 27 Problemas detetados, numa fase inicial.

3.4.1. FALTA DE FICHAS DE CONTROLO DA QUALIDADE

As fichas de controlo de qualidade desempenham um papel de elevada importância na garantia da qualidade dos produtos da empresa pois são instrumentos essenciais no controlo de processos, uma vez que asseguram a execução das tarefas de acordo com os padrões e especificações estabelecidos, contribuindo, assim, para a uniformidade dos produtos fabricados.

Além disso, as fichas de controlo também proporcionam uma vantagem significativa na deteção de não conformidades, tais como faltas de enchimento, existência de poros, tinta escorrida ou marcas de polimento. Ao facilitar a identificação precoce de tais irregularidades, torna-se possível minimizar e prevenir que peças defeituosas avancem para o cliente final, trabalhando, dessa forma, em prol da melhoria contínua dos processos produtivos. Na empresa, constatou-se numa etapa inicial que diversas peças consideravelmente requisitadas não possuíam, ainda, a Ficha de Controlo de Qualidade, facto que

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

gerava incertezas entre os operários acerca do que deveria ser considerado como defeito. Como consequência, acabavam por negligenciar certas falhas que poderiam ser prontamente identificadas caso houvesse tal controlo. Isso, por sua vez, poderia resultar na redução de desperdícios e retrabalho, assim como elevar a confiabilidade dos produtos e a satisfação do cliente.

3.4.2. FALTA DE MARCAÇÕES NO CHÃO DE FÁBRICA

Outro problema identificado, inicialmente na empresa, consistia na ausência de marcações no *gemba*, ou, caso existissem, estavam desgastadas e sem cumprir a sua função inicial, uma vez que não estavam a ser utilizadas conforme o objetivo original, como se pode constatar na Figura 28. Essa deficiência na marcação do chão pode acarretar consequências negativas para a segurança dos operários e também compromete o fluxo de trabalho, devido a desempenharem um papel fundamental no direcionamento dos movimentos de materiais, equipamentos e pessoas.

A falta dessas marcações pode levar a confusões e desordem no chão de fábrica, resultando em fluxos de trabalho ineficientes, o que pode ocasionar atrasos na produção, erros de comunicação ou desperdício de tempo. Adicionalmente, a carência de marcações no chão contribui para um ambiente desorganizado e desarrumado, pois não existem áreas específicas designadas para o armazenamento de materiais, ferramentas e equipamentos, resultando em perdas de tempo frequentes durante a procura desses itens. Por fim, é importante ressaltar que um "*shopfloor*" devidamente marcado é essencial para a otimização do fluxo de trabalho, permitindo minimizar o tempo gasto em movimentações desnecessárias e garantindo uma disposição mais racional dos recursos disponíveis. Ao abordar essa questão e implementar marcações adequadas no ambiente de trabalho, a empresa poderá melhorar a eficiência operacional, a segurança dos colaboradores e, conseqüentemente, elevar os níveis de produtividade e qualidade nas atividades diárias.



Figura 28 Falta de marcações/Marcações sem objetivo no *shopfloor*

3.4.3. DESORGANIZAÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

Conforme mencionado previamente, constata-se que o *gemba* encontra-se em estado desorganizado, devido à falta de marcações no chão e à ausência de áreas designadas para os produtos intermediários, produtos finais ou encomendas devolvidas. Essa desorganização acarreta dificuldades na localização de ferramentas, materiais e equipamentos essenciais, resultando num desperdício de tempo. Adicionalmente, a falta de uma estrutura organizada pode ocasionar fluxos de trabalho confusos e sobreposição de tarefas, impactando negativamente a produtividade geral do ambiente.

Na empresa, na secção do Acabamento, a área de trabalho necessária para a inspeção das peças apresentava-se com uma desorganização extrema, levando as operárias muitas vezes a despenderem tempo à procura de materiais ou ferramentas. Como se pode verificar nas Figuras 29, 30 e 31, denota-se que não havia nada marcado, folhas espalhadas, objetos pessoais, degradação do revestimento da mesa e ferramentas/peças espalhadas pela área de trabalho. Ademais, essa falta de ordem pode também dificultar a identificação de gargalos e pontos problemáticos nos processos, prejudicando uma alocação eficiente de recursos e, conseqüentemente, afetando a eficácia do fluxo produtivo.

A fim de superar as desvantagens associadas a um *gemba* desorganizado, torna-se imperativo implementar práticas de organização e arrumação, tais como os 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*). Essas práticas promovem a disciplina de ordenação, a arrumação, a limpeza e a padronização no ambiente de trabalho, melhorando a eficiência operacional, a segurança e a qualidade dos processos desenvolvidos. Além disso, é essencial fomentar uma cultura de melhoria contínua, capacitando os

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

colaboradores a identificar e resolver problemas, contribuindo assim para a organização do *gemba* e a otimização das suas operações.

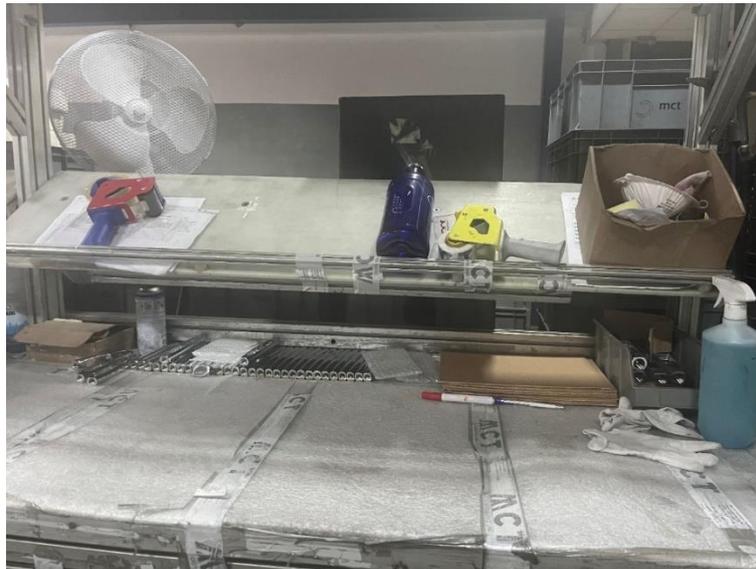


Figura 29 Desorganização da mesa de trabalho e da prateleira



Figura 30 Falta de arrumação sob a mesa



Figura 31 Falta de rótulos e de organização dos compartimentos sob a mesa

3.4.4. FALTA DE INDICADORES DE DESEMPENHO

A empresa também não apresenta Indicadores de Desempenho, cruciais para o controlo da produção, pois fornecem informações objetivas e mensuráveis sobre o desempenho dos processos e permitem medir e acompanhar o progresso em relação aos objetivos estabelecidos, fornecendo uma visão clara e objetiva sobre o desempenho atual e como ajudam a identificar áreas que estão abaixo das expectativas ou que precisam de melhorias. Dessa forma, auxiliam na tomada de decisões estratégicas e na definição de ações corretivas. Também auxiliam na melhoria contínua devido à possibilidade de identificar oportunidades de melhoria, reduzindo custos, aumentar a eficiência e qualidade, alcançando melhores resultados.

A implementação de indicadores de desempenho é fundamental para a gestão da empresa devido a fornecerem informações precisas, facilitarem a tomada de decisões, impulsionarem a melhoria contínua, promoverem o alinhamento de objetivos e permitirem a monitorização do progresso em relação às metas estabelecidas. Ao utilizar indicadores de desempenho de forma adequada, as empresas podem alcançar melhores resultados, aumentar a eficiência operacional e promover um ambiente de trabalho orientado para a excelência.

3.4.5. FALTA DE INFORMAÇÃO CRUCIAL NAS ORDENS DE PRODUÇÃO

Outro problema significativo reside na falta de informações adequadas nas ordens de produção entregues aos operários, resultando em períodos improdutivos, uma vez que estes necessitam de mais tempo para consultar o responsável da secção sobre as ferramentas necessárias. Essa situação ocorre tanto na secção de Maquinagem, onde, ao iniciar a produção de uma peça, os operários precisam de preparar a máquina. Frequentemente, acabam por despender mais tempo para identificar quais ferramentas (brocas, calços, gabaritos) devem ser utilizadas e a forma correta de montá-las na máquina. Na zona do Teste, também ocorrem tempos improdutivos, uma vez que os gabaritos ou acessórios de teste não estão devidamente listados no sistema informático e, por conseguinte, não constam na ordem de produção. Isso leva os operários a constantemente questionarem o chefe de secção para obterem tais informações.

Na secção de Acabamento, os problemas decorrem especialmente na fase do embalamento. A falta de informação adequada sobre o tamanho ideal da caixa para cada peça e a quantidade necessária por caixa acabam por ter de adotar uma abordagem de tentativa-erro, resultando num aumento do tempo preciso e possível retrabalho, caso não acertem na primeira tentativa. Além disso, a falta de informações

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

precisas pode resultar num mau aproveitamento dos materiais destinados ao embalamento, levando ao uso de materiais destinados a peças maiores em peças de menores dimensões.

Essa ausência de informações detalhadas nas ordens de produção prejudica significativamente a eficiência do processo produtivo, resultando em atrasos, desperdício de tempo, retrabalho e uso inadequado de recursos. É essencial abordar essa questão implementando um sistema mais completo e preciso de fornecimento de informações nas ordens de produção, a fim de otimizar o desempenho geral da empresa, aumentar a eficiência e reduzir desperdícios operacionais. Isso permitirá que os operários tenham acesso rápido e claro às informações necessárias para executar as tarefas de forma eficiente e precisa, contribuindo assim para uma produção mais eficiente.

3.4.6. FALTA DE REGISTO DE RECLAMAÇÕES DE CLIENTES

Uma questão adicional de relevância consiste na inexistência de registos relativamente às reclamações recebidas por parte dos clientes, o que acarreta potenciais prejuízos relacionados com as oportunidades de melhoria. Como resultado, verifica-se a probabilidade de recorrência de queixas prévias, configurando uma situação prejudicial para a reputação da empresa e a satisfação do cliente. A ausência de um sistema de registo adequado para as reclamações recebidas dos clientes impede que a empresa obtenha um panorama claro e detalhado das principais problemáticas enfrentadas. Além disso, a não catalogação apropriada das reclamações dificulta a identificação de tendências e padrões recorrentes, essenciais para a identificação de áreas problemáticas que requerem ações de correção e otimização. A falta de cuidado com estes aspetos pode resultar numa constante insatisfação dos clientes, diminuição da fidelidade à empresa e perda de oportunidades de fidelização e crescimento de produção.

Ademais, a reincidência de reclamações anteriores, como mencionado anteriormente, é agravada pela carência de registos claros e organizados, o que pode levar a uma sensação de desconsideração por parte dos clientes, que podem interpretar a falta de medidas corretivas efetivas como uma indicação de indiferença ou despreocupação por parte da empresa em relação às suas necessidades e preocupações. Por conseguinte, é imperativo estabelecer uma solução eficiente de registo e acompanhamento de reclamações, possibilitando uma análise aprofundada dos problemas apontados pelos clientes e facilitando a implementação de melhorias tangíveis. Dessa maneira, a organização estará em melhor posição para melhorar os produtos e processos, fortalecendo a reputação, construindo relacionamentos mais sólidos com os clientes e assegurando um crescimento sustentável no mercado competitivo.

3.4.7. MAU APROVEITAMENTO DAS BARRAS/TUBOS PARA AS PEÇAS MAQUINADAS

Quando as barras e tubos são recebidos, são devidamente armazenados e utilizados quando se inicia a fabricação de uma peça específica. Esses recursos são direcionados para as peças que não passam pelo processo de fundição e entram diretamente na etapa de Maquinagem. Nessa situação anterior, havia um problema de desperdício, tanto em termos de tempo quanto de recursos, devido ao fato de que cada peça possuía um tamanho específico, e, portanto, o corte das barras e tubos precisava atender a medidas específicas.

O desperdício ocorria porque essa informação crítica não estava incluída nas ordens de produção. Isso complicava o processo para os operários, aumentando o tempo necessário para efetuar o corte, aumentando o risco de desperdício de material caso o corte fosse realizado na medida errada e, adicionalmente, havia a possibilidade de escolha equivocada do recurso, selecionando uma barra ou tubo com um diâmetro diferente do necessário.

4. PROPOSTAS DE MELHORIA

No capítulo 4, são enunciadas as propostas de melhoria elaboradas tendo em consideração os princípios e metodologias *Lean*, de forma a melhorar ou até eliminar os problemas identificados previamente. Para facilitar, foi usada a metodologia 5W presente na Tabela 7, conseguindo-se, assim, esquematizar os problemas e possíveis soluções/ações de melhoria.

Tabela 7 Metodologia 5W para as propostas de melhoria

WHAT?	WHY?	WHEN?	WHERE?	WHO?
Marcar o chão de fábrica	Falta de marcações no <i>shopfloor</i>	Maio 23' - setembro 23'	Acabamento	Beatriz Freitas
Alocar as devoluções	Encomendas rejeitadas sem lugar definido	Maio 23'	Acabamento	Beatriz Freitas
Implementar técnica 5S	Desorganização da mesa de trabalho	Junho 23' - agosto 23'	Acabamento	Chefe secção Acabamento + Beatriz Freitas
Elaborar Fichas de Controlo de Qualidade	Falta de Fichas de Controlo de Qualidade	Março 23' - setembro 23'	Acabamento	Beatriz Freitas
Identificar todas as ferramentas necessárias	Ferramentas sem identificação	Julho 23'	Maquinagem/ Teste/ Acabamento	Beatriz Freitas
Adicionar informação importante às ordens de produção	Falta de informação nas ordens de produção	Abril 23' - agosto 23'	Maquinagem/ Teste/ Acabamento	Beatriz Freitas
Elaborar VBA para registo de reclamações provenientes de clientes	Falta de histórico de reclamações	Junho 23' - julho 23'	Departamento da Qualidade	Beatriz Freitas
Elaborar um quadro informativo na secção do Acabamento acerca da Expedição	Falta de controlo das encomendas a sair	Julho 23'	Acabamento/ Expedição	Beatriz Freitas
Implementar sistema Kanban para as encomendas urgentes	Falta de comunicação sobre encomendas urgentes	Setembro 23'	Produção	Beatriz Freitas

4.1. INCLUSÃO DE INFORMAÇÃO IMPORTANTE NAS ORDENS DE PRODUÇÃO

Como foi dito no capítulo anterior, a falta de informações importantes nas ordens de produção é um problema muito vincado na empresa devido a acarretar maiores tempos improdutivo. Assim sendo, foi imperativo começar por tentar solucionar este problema e considerou-se que o mais benéfico seria perceber qual a informação mais adequada nas secções Macharia, Maquinagem, Teste e Acabamento.

4.1.1. MACHARIA

Na secção da Macharia, procedeu-se à inclusão do número correspondente a todas as Fichas de Controlo de Machos nas respetivas peças no sistema, eliminando o tempo improdutivo dos operários todas as manhãs, quando estes procuravam, na capa designada para as Fichas, a ficha relativa à peça em questão.

4.1.2. MAQUINAGEM

Na Maquinagem, decidiu-se incluir as informações de quais ferramentas (brocas, calços e gabaritos) seriam necessárias. Também o local das ferramentas, o código do programa para colocar na máquina CNC e a fotografia da montagem das ferramentas, de forma que o operário consiga autonomamente montar e preparar a máquina para dar início à produção da peça em questão. Na Figura 32, está um exemplo de uma ordem de produção com todas as informações necessárias.

O.F.: OMRP.258023004				Data conclusão: 2023-08-06	
Artigo: 010202300150 - CORPO MISTURADORA 3000 G2085-2, MAQUINADO					
Quant: 450,0		Armazém: MAQ PARA : 010202300100 - CORPO MISTURADORA 3000 G2085-2			
Obs:		Ind.Mod.Desenho: 6			
Enc.Cli./Serie: 230769		Qtd. Enc: 1200			

OPERAÇÕES PREVISTAS																							
NºOperação	Operação Posto Trabalho	Início Prev.	Fim Prev.	Qtd. Boa/Rejeitada T.Prev. (h)																			
	001 - MQN-ENMAQ-ENTRADA EM MAQUINAGEM ENTRADA EM MAQUINAGEM	2023-08-01	2023-08-01	0,08	1,25																		
	050 - MQN-CENT2-MAZAK PARTUCHO DA TORNEIRA	2023-08-02	2023-08-04	1,50	9,37																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ferramenta</th> <th>Local</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CAL193</td><td>D442</td></tr> <tr><td>FF088</td><td>A575</td></tr> <tr><td>FRS041</td><td>A131</td></tr> <tr><td>MC026</td><td>A354</td></tr> </tbody> </table>	Ferramenta	Local	CAL193	D442	FF088	A575	FRS041	A131	MC026	A354												
Ferramenta	Local																						
CAL193	D442																						
FF088	A575																						
FRS041	A131																						
MC026	A354																						
	060 - MQN-CENT-SPINNER BASE + FURO LATERAL D=12.5	2023-08-02	2023-08-04	2,33	28,13																		
	Instruções: PROGRAMA DOOSAN DNM - 00057 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ferramenta</th> <th>Local</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CAL192</td><td>D441</td></tr> <tr><td>CAL194</td><td>D451</td></tr> <tr><td>FF089</td><td>A576</td></tr> <tr><td>FF193</td><td>A612</td></tr> <tr><td>FF194</td><td>A611</td></tr> <tr><td>FF204</td><td>A624</td></tr> <tr><td>FF206</td><td>A626</td></tr> <tr><td>FF238</td><td>A625</td></tr> </tbody> </table>	Ferramenta	Local	CAL192	D441	CAL194	D451	FF089	A576	FF193	A612	FF194	A611	FF204	A624	FF206	A626	FF238	A625				
Ferramenta	Local																						
CAL192	D441																						
CAL194	D451																						
FF089	A576																						
FF193	A612																						
FF194	A611																						
FF204	A624																						
FF206	A626																						
FF238	A625																						
	070 - MQN-M4-BSV PERLATOR	2023-08-02	2023-08-04	1,00	3,12																		
	Instruções: Montagem de máquina varia caso a peça já esteja maquinada no cartucho <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ferramenta</th> <th>Local</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>CAL344</td><td>H431</td></tr> <tr><td>FF036</td><td>A473</td></tr> </tbody> </table>	Ferramenta	Local	CAL344	H431	FF036	A473																
Ferramenta	Local																						
CAL344	H431																						
FF036	A473																						

Figura 32 – Ordem de produção relativamente à maquinagem de uma peça com as ferramentas necessárias

4.1.3. TESTE

Na zona de testagem, criou-se uma estante onde se guardou todos os acessórios de teste e, apesar de ficar mais organizado, ainda se decidiu marcar a laser o código do acessório, de forma a conseguir-se associar o acessório de teste à peça no *software*. Também se incluiu uma fotografia de forma a facilitar a montagem dos acessórios na máquina de teste. Assim, quando uma peça tem de ser testada, é lançada uma ordem de produção que terá incluída a informação dos códigos necessários dos acessórios para a peça ser testada, o que diminuirá o tempo de preparação, pois o operário já não irá ter de questionar quais os acessórios e onde estão armazenados. Esta informação está assinalada na caixa de texto laranja na Figura 33 e é possível também ver a fotografia do teste da respetiva peça.

MCT		FICHA DE ACOMPANHAMENTO	
O.F.: OMRP 258019010  Artigo : 010220601250 CORPO CONTADOR 867423730(MEJZ004), MAQUINADO Quant. : 2 232,0 Medida : 00 Tipo Ordem:- Obs : Serie : Arm.Dest. :MAQ - MAQUINAÇÃO PC , N° série : Peso Unit. :0,85386 Peso Total: 1905,81552			
OPERAÇÕES PREVISTAS			
N° Operação	Posto Trabalho Descrição operação	TpPrp (min) TpUní (min) TpTot (hor)	Qtd. Boa / Qtd. Rejeitada Rubrica Operador
 001	ENMAQ.ENTRADA EM MAQUINAGEM ENTRADA EM MAQUINAGEM	0,00 min 0,00 min x 1 Pess 0,00 hor x 1 Pess	/
 010	TON01-TONSHOFF MAQUINAÇÃO TOTAL	300,00 min 0,83 min x 1 Pess 36,00 hor x 1 Pess	/
 020	T1-TESTE TESTAR PEÇA	0,00 min 0,17 min x 1 Pess 6,20 hor x 1 Pess	/
Instruções: Máquina TST001 <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; margin-top: 10px;"> AC004 TESTAR PEÇA CONTADORES - TOPO - MAQ - ESTANTE TESTE AC013 BORRACHA CONTADOR MEF016 - MAQ - ESTANTE TESTE AC015 TESTAR CONTADOR - LATERAL - MAQ - ESTANTE TESTE </div>			
 900	SDMAQ.SAIDA DE MAQUINAGEM SAIDA DE MAQUINAGEM	0,00 min 0,00 min x 1 Pess 0,00 hor x 1 Pess	/



Figura 33 Ordem de produção referente à testagem

4.1.4. EMBALAMENTO

Após a conclusão da inspeção das peças, procede-se à etapa de embalagem. Foi sugerido melhorar a ordem de produção mediante a inclusão de informações cruciais relativas à embalagem, que englobam detalhes como as dimensões da caixa, o número de camadas, a quantidade a ser disposta em cada uma e eventuais precauções necessárias. A título de exemplo, é possível constatar na Figura 34, a informação referente à embalagem do componente denominado BICA RIVERON.

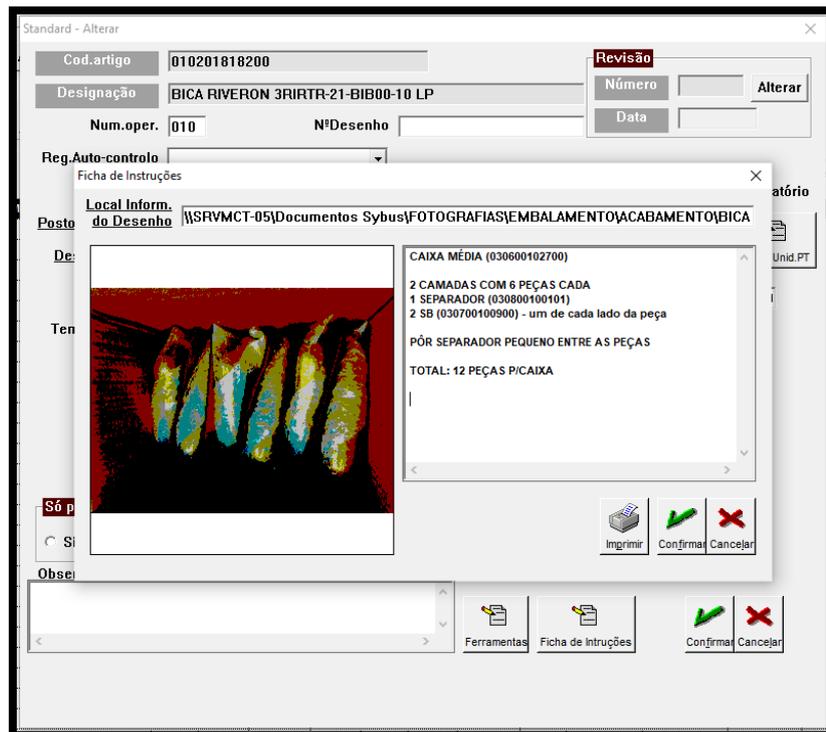


Figura 34 Informações sobre embalagem peça BICA RIVERON

Conforme evidenciado, o procedimento requer que cada peça seja devidamente acondicionada numa caixa de tamanho médio, com duas camadas, cada uma contendo seis peças, totalizando assim 12 peças por caixa. Além disso, é importante destacar que cada peça deve ser protegida com dois sacos de bolha, um em cada extremidade, a fim de assegurar uma proteção máxima, evitando qualquer contato entre as peças que possa resultar em possíveis defeitos.

Vale ressaltar que, por padrão, o software empregado ajusta a imagem automaticamente, tornando-a visível em tamanho ampliado. Os operários devem, portanto, realizar um duplo clique na fotografia para visualizá-la na sua totalidade, garantindo que a imagem seja exibida com 100% de clareza e nitidez. (Figura 35)



Figura 35 Peça BICA RIVERON devidamente embalada

Dessa forma, sempre que for necessário embalar uma peça específica, o operário terá à sua disposição todas essas informações de maneira organizada e clara, conforme indicado na ordem de produção (Figura 36). Isso resultará em economia de tempo, uma vez que não será mais necessário proceder por tentativa e erro, e contribuirá para a redução de possíveis erros no processo de embalagem.

MCT		FICHA DE ACOMPANHAMENTO			
O.F.: OPDP 230194000 					
Artigo : 010201818200 BICA RIVERON 3RIRTR-21-BIB00-10 LP Quant. : 125,0 Medida : 00					
Tipo Ordem: Obs : Serie : 5499 Arm.Dest. :STO - STOCK , Enc: 5499 País:  Portugal N° série : Peso Unit. :0 Peso Total: 0					
OPERAÇÕES PREVISTAS					
N° Operação	Posto Trabalho Descrição operação	TpPrp (min) TpUni (min) TpTot (hor)	Qtd. Boa / Qtd. Rejeitada	Rubrica Operador	
 010	ARM-ARMAZEM/EMBALAGEM EMBALAGEM DAS PEÇAS	0,00 min 1,50 min x 1 Pess 3.13 hor x 1 Pess	/		
Instruções: CAIXA MÉDIA (030600102700)					
2 CAMADAS COM 6 PEÇAS CADA 1 SEPARADOR (030800100101) 2 SB (030700100900) - um de cada lado da peça PÔR SEPARADOR PEQUENO ENTRE AS PEÇAS TOTAL: 12 PEÇAS P/CAIXA					
					
MATERIAIS PREVISTOS					
Cod. Artigo	Designação	Medida	Oper.	Quantidade	Arm. FrmAtnd Locais stockagem
010201818365	BICA RIVERON 3RIRTR-21-BIB00-10, POLIDO		010	125,00UN	ACB

Figura 36 Ordem de produção da peça Bica Riveron

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

4.2. MELHORIA DA ÁREA DE TRABALHO

4.2.1. ORGANIZAÇÃO DE ARMÁRIO PARA FERRAMENTAS DA SECÇÃO DA MAQUINAGEM

Após a análise da disposição das máquinas de CNC no momento do início da produção de uma peça, foram adotadas medidas visando a proximidade de cada máquina com as ferramentas necessárias, a fim de garantir facilidade e rapidez no acesso a esses recursos. Adicionalmente, procedeu-se à etiquetagem de todos os acessórios e à organização metódica dos mesmos (Figura 37), de modo a reduzir ao mínimo o tempo que o operador necessita para localizá-los e, conseqüentemente, montar a máquina.



Figura 37 Organização de novo armário na secção de Maquinagem

4.2.2. CRIAÇÃO DE UM LUGAR ESPECÍFICO PARA AS DEVOLUÇÕES

Outra melhoria implementada foi a criação de um local destinado para as possíveis devoluções de clientes, Figura 38, que quando eram rececionadas não tinham lugar definido. A escolha do lugar foi pensada, sendo que está perto da entrada de materiais, de forma a não haver grandes deslocações com as encomendas. Também foi colocada uma secretária próximo deste local para o Departamento de Qualidade conseguir confirmar os defeitos das peças devolvidas, sem ter de deslocar as caixas das devoluções, que muitas vezes acabam por ser pesadas.



Figura 38 Nova localização para as devoluções de clientes

4.2.3. TÉCNICA 5S APLICADA NA ÁREA DE TRABALHO DA SECÇÃO ACABAMENTO

Nesta fase, iniciou-se um diálogo com as colaboradoras responsáveis pela Inspeção de peças, com o propósito de compreender o que se revela essencial e dispensável na disposição da área de trabalho, ou seja, foi realizada uma análise crítica, adotando o princípio SEIRI (que significa separar o útil do inútil). Posteriormente, procedeu-se à reorganização da área de trabalho, o que incluiu a remoção da placa que estava posicionada sobre a mesa, uma vez que esta estava a ser indevidamente utilizada para armazenamento de objetos pessoais sem relevância para a execução das tarefas designadas. Devido ao

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

elevado estado de degradação do revestimento da mesa, solicitou-se a aquisição de uma esponja adequada, com o propósito de prevenir possíveis danos, como arranhões nas peças, os quais poderiam torná-las não conformes.



Figura 39 Antes da implementação da técnica 5S – sobre a mesa



Figura 40 Depois de retirar prateleira de cima da mesa e mudança de revestimento da mesa

Além disso, implementou-se um sistema de organização para as caixas localizadas sob a mesa, no qual cada compartimento foi devidamente organizado e identificado com etiquetas, tornando mais eficaz a localização de materiais e ferramentas por parte das colaboradoras.

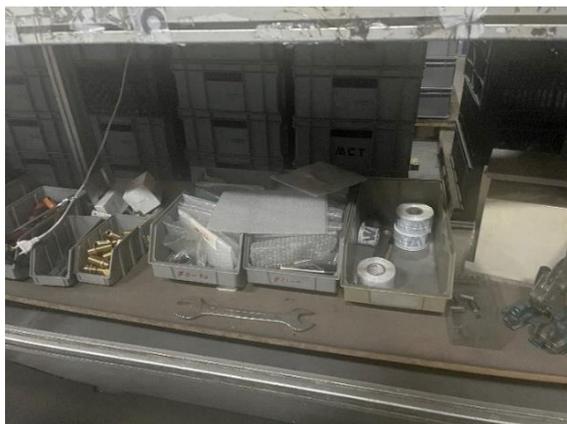


Figura 41 Antes da implementação da técnica 5S - sob a mesa



Figura 42 Depois de organizar e rotular todos os compartimentos

Outra melhoria significativa foi a mudança de luzes por cima da bancada, visto que as luzes anteriores não eram adequadas para a tarefa de inspeção, levando muitas das vezes à não detecção de defeitos.

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

Com o intuito de aprimorar as condições ergonômicas, também foi instalado um tapete anti-fadiga na área de trabalho. Esta medida visa proporcionar um ambiente mais adequado e confortável para as colaboradoras durante o desempenho das suas funções.



Figura 43 Luzes desfavoráveis e inexistência de tapete anti-fadiga



Figura 44 Depois de alteradas as luzes e colcado o tapete anti-fadiga

4.3. IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REGISTO DE RECLAMAÇÕES

Conforme delineado no capítulo anterior, uma das áreas de melhoria identificadas estava centrada no aperfeiçoamento do controlo das reclamações provenientes de clientes. A empresa carecia de uma análise detalhada e de um histórico adequado, o que resultava em dificuldades significativas para o Departamento de Qualidade na gestão eficiente das reclamações, podendo, em última instância, culminar em ocorrências repetidas de reclamações por parte dos clientes. Com o objetivo de mitigar essas deficiências, foi desenvolvido um formulário em VBA (*Visual Basic for Applications*), representado na Figura 45 e o código usado está presente no ANEXO II, que possibilita o registo de informações cruciais, tais como:

- Data de registo da reclamação;
- Identificação do cliente;
- Produto relacionado à reclamação;
- Descrição detalhada da reclamação;
- Medidas de tratamento da reclamação adotadas.

Após a inserção desses dados, as informações são automaticamente registadas numa tabela dedicada, permitindo a criação e a manutenção de um histórico acessível e completo. A disponibilidade desse

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

histórico tem uma elevada importância, uma vez que viabiliza uma análise aprofundada das reclamações recebidas dos clientes, proporcionando uma base sólida para a implementação de medidas corretivas e preventivas, contribuindo, assim, para a melhoria contínua da qualidade e da satisfação do cliente.

The image shows a VBA form titled "Nova Reclamação" for the company MCT (CASTING SINCE 1968). The form is designed for creating a new complaint record. It features the following fields and controls:

- Nº**: A text input field for the complaint number.
- Data**: A date input field with a dd/mm/aa format.
- Cliente**: A dropdown menu for selecting the client.
- Produto**: A text input field for the product name.
- Descrição**: A large text area for describing the complaint.
- NC nº**: A text input field for the NC number.
- Tratamento da reclamação**: A text input field for the treatment description.
- Registo de devolução nº**: A text input field for the return record number.
- Data Fecho**: A date input field for the closing date.
- Reclamação aceite?**: Radio buttons for "Sim" (Yes) and "Não" (No).
- Inserir**: A green button to save the record.
- Cancelar**: A red button to cancel the record.

Figura 45 Formulário criado, em VBA, para gestão de Reclamações provenientes de clientes

4.4. GESTÃO VISUAL NA SECÇÃO DO ACABAMENTO

Com o intuito de simplificar a identificação dos produtos prontos para expedição, foi implementada uma abordagem que envolve a criação de um quadro específico. Este quadro, representado na Figura 43, será utilizado sempre que houver a necessidade de embalar produtos e as caixas estiverem prontas para serem expedidas. O procedimento inicia-se quando a operária posiciona a caixa no local designado para encomendas pendentes de envio e, nesse momento, preenche o quadro com as informações essenciais, incluindo a data, o nome da peça e a quantidade de caixas correspondentes, o que ajuda na identificação visual.

Quando o responsável de expedição pretende enviar encomendas para o cliente, dirige-se a este local e, através do quadro percebe se a encomenda já se encontra finalizada e disponível a ser despachada. Nesta situação, o responsável apaga a informação da encomenda que retirou do local, conseguindo-se manter o quadro o mais atualizado possível. Desta forma, processo fica mais eficaz e de fácil identificação.



Figura 46 Zona destinada a encomendas em expedição com quadro informativo

4.5. AUMENTO DO CONTROLO NO CORTE DE BARRAS/TUBOS

Como foi dito no capítulo anterior, ocorria desperdício na tarefa de corte de barras/tubos para início de peças maquinadas. Decidiu-se incluir nas ordens de produção dessas peças o tamanho que deveria ser cortada e também foi inserido no software, a quantidade que cada barra/tubo tem de fornecer, tendo em atenção que as barras são vendidas com 3 metros e os tubos com 5 metros. Assim, para cada peça, é dividido 2.9 e 4.9 metros pelo tamanho da peça e chega-se ao número de cortes que cada barra/tubo consegue, dependendo da peça em questão.

4.6. CRIAÇÃO DE KANBAN PARA ENCOMENDAS URGENTES

Outra proposta de melhoria foi a implementação de um sistema de cartão Kanban, de cor laranja para visualmente ser mais fácil detetar dentro das caixas que passam de secção em secção, (Figura 47) destinado às encomendas de carácter urgente e prioritário. Esta decisão surgiu em resposta a situações recorrentes de falta de comunicação, uma vez que não se procedia à devida transmissão de informações referentes à urgência associada a encomendas específicas. Numa situação normal, os operários seguiam o princípio FIFO (*First-In, First-Out*), e, por isso encarregavam-se das tarefas de acordo com a ordem de chegada das encomendas. Caso houvesse uma encomenda prioritária e não informassem, acabaria por ter o tratamento habitual, acabando por não ser tratada com prioridade.

Os desdobramentos derivados dessa deficiência comunicativa poderiam culminar em desvios nos prazos de entrega de encomendas, bem como na necessidade de os operários realizarem horas extraordinárias a fim de mitigar esses atrasos. Este último desfecho, devido à sua insustentabilidade, afetava negativamente todas as partes envolvidas.

O formulário Kanban para encomendas urgentes é um cartão laranja com o seguinte layout:

- Logo **MCT** no canto superior esquerdo.
- Título central: **PRODUTO FINAL - URGENTE**.
- Campos de entrada:
 - REFERÊNCIA: (campo de texto)
 - QUANTIDADE: (campo de texto)
 - OBSERVAÇÕES: (campo de texto grande)
 - ASS: (campo de texto)
 - DATA: (campo de texto)
- Seção DESTINO com opções de destino e caixas de seleção:
 - INSPECÇÃO
 - POLIMENTO
 - CROMAGEM
 - CLIENTE FINAL
 - OUTRO _____

Figura 47 Sistema Kanban para encomendas urgentes

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos após a implementação das propostas de melhoria apresentadas previamente.

5.1. MELHORIA DOS RESULTADOS DA AUDITORIA 5S

Após realização de um *flyer*, Figura 48, com o objetivo de sensibilizar os colaboradores da importância da metodologia 5S, constatou-se que houve um maior esforço por parte de todos para melhorar e manter o ambiente de trabalho mais organizado e limpo. Como se pôde constatar através da comparação do antes e depois na secção do Acabamento, presente no capítulo anterior, o espaço de trabalho melhorou significativamente devido às alterações feitas na limpeza e organização do espaço.

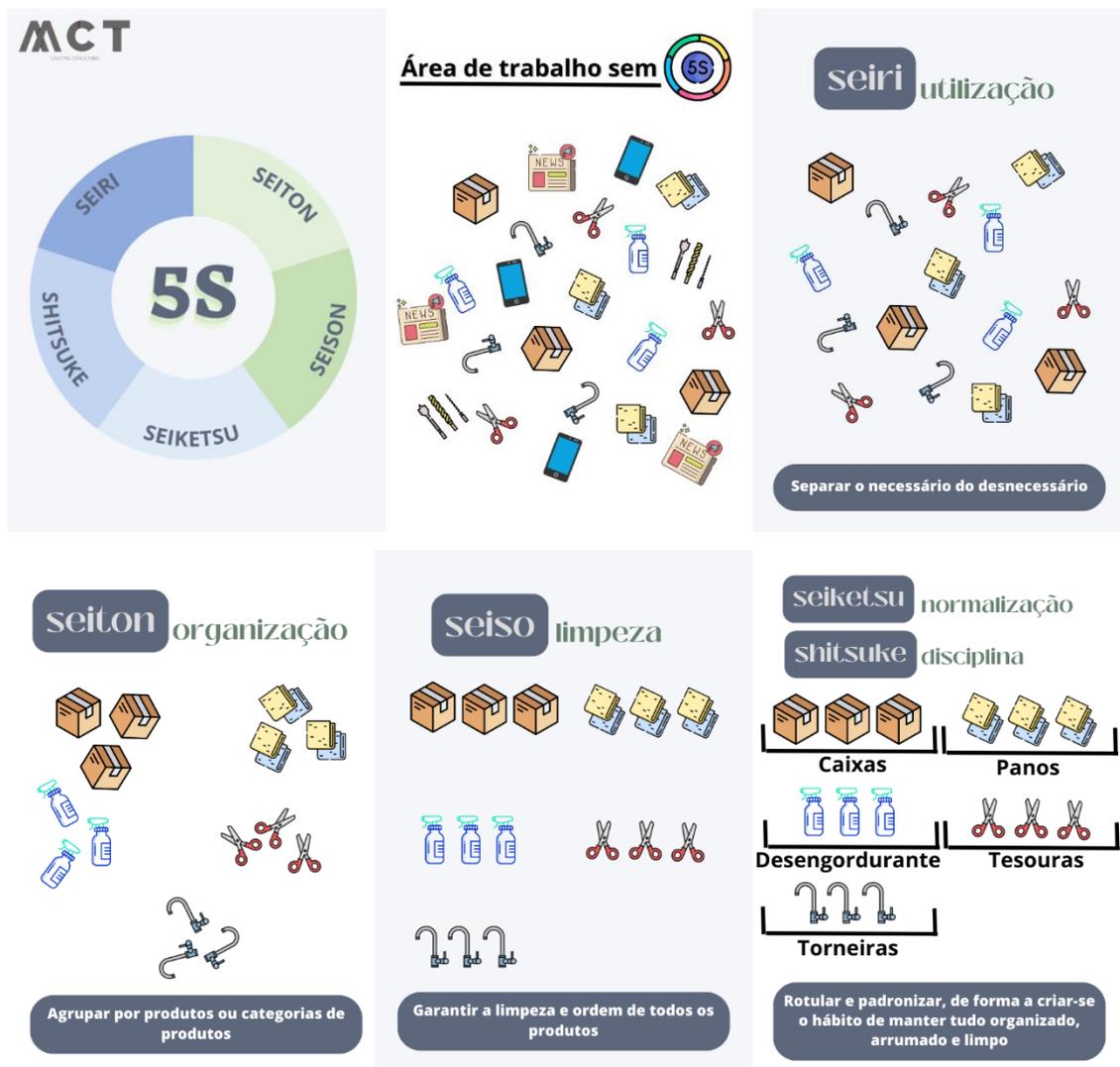


Figura 48 *Flyer* informativo acerca de metodologia 5S

Para se obter uma melhor percepção da melhoria consequente destas alterações, decidiu-se refazer a Auditoria 5S, usando o template feito inicialmente. Na Figura 49, está representada a comparação dos resultados da primeira auditoria e da final. De lembrar que tinha sido estabelecido objetivos a curto prazo em cada etapa dos 5S.

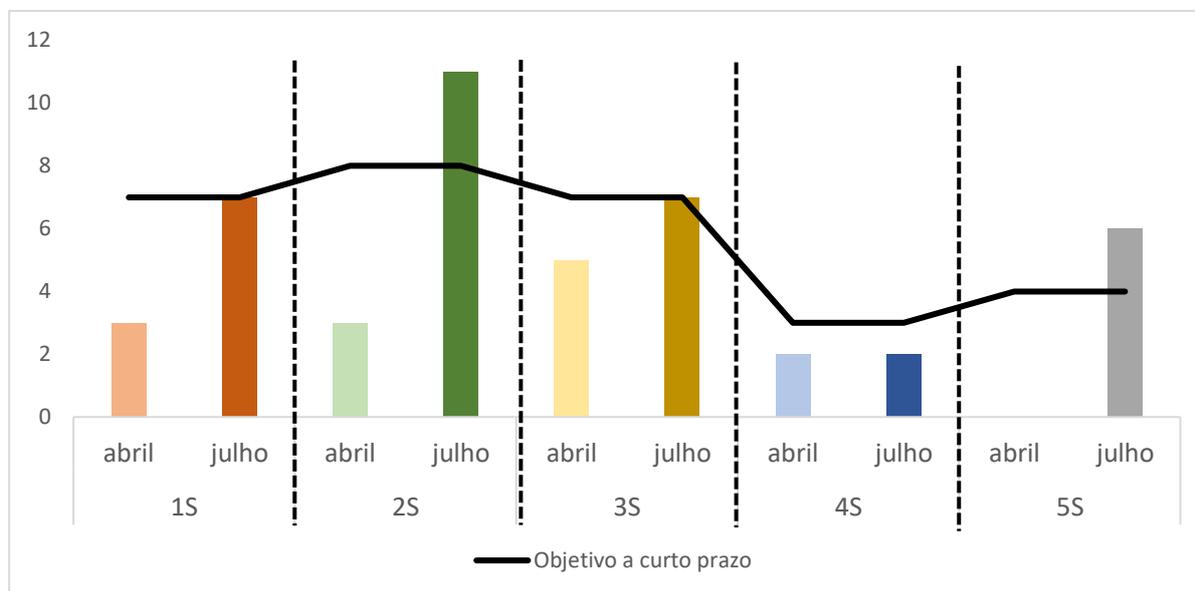


Figura 49 Resultados obtidos nas Auditorias 5S realizadas

Com base no gráfico anterior, constata-se que por meio da implementação das propostas de melhoria relativas à organização e limpeza dos postos de trabalho, foi possível elevar a pontuação de cada etapa constituinte dos 5S, resultando, assim, na superação do objetivo estabelecido inicialmente. As melhorias mais significativas aconteceram na segunda e última etapa, conseguindo superar o objetivo traçado numa fase inicial.

5.2. DIMINUIÇÃO DOS TEMPOS IMPRODUTIVOS

Estas melhorias levaram à diminuição dos tempos não produtivos. Para se quantificar, de forma mais assertiva, estas melhorias, decidiu-se num dia aleatório entregar as ordens de produção de determinada peça, a um operário das Secções Maquinagem, Teste e Acabamento e cronometrar o tempo que precisavam para colocarem a máquina em funcionamento/a peça a ser testada e terem as informações necessárias para embalagem, respetivamente. O objetivo é refazer esta experiência, num dia aleatório, mas com as ordens de produção atualizadas, de forma a conseguir-se comparar os tempos antes e após as melhorias.

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

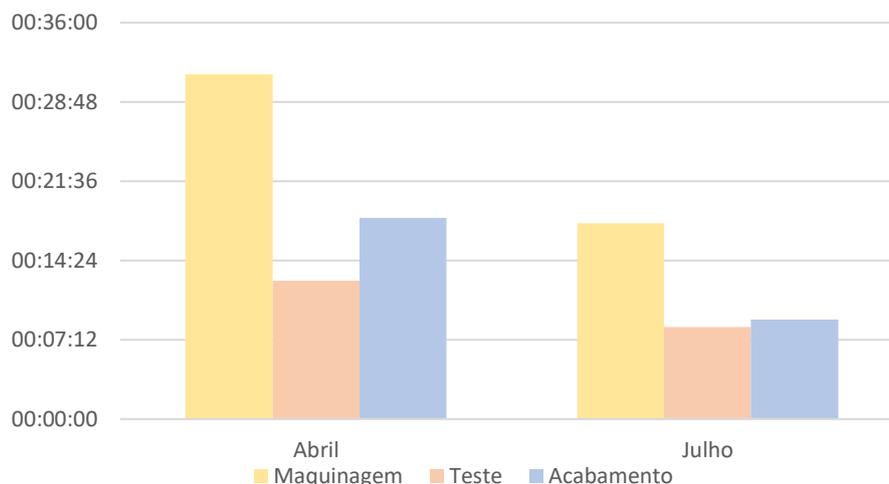


Figura 50 Resultados obtidos através de uma experiência

Como se pode constatar na Figura 50, na secção da Maquinagem, o operário demorou cerca de 31 minutos e 20 segundos, com a ordem de produção sem informações, para descobrir quais brocas, calços e como montar a máquina, tendo despendido mais tempo a encontrar essas peças e a questionar o chefe de secção. Refez-se a experiência, em julho, usando os mesmos operários e peças, tendo obtido um tempo de 17 minutos e 47 segundos. Esta mudança levou a uma melhoria de 43%, tendo o operário admitido que, de facto, foi mais fácil e intuitivo e o responsável de secção também notou diferenças pois deixou de ter de ajudar constantemente.

Refez-se esta experiência para as restantes secções – Teste e Acabamento – estando os resultados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 Resultados obtidos nas secções Maquinagem, Teste e Acabamento

	Abril	Julho	Melhoria (min)	Melhoria (%)
Maquinagem	00:31:20	00:17:47	00:13:33	43%
Teste	00:12:35	0:08:23	00:04:12	33%
Acabamento	00:18:17	00:09:02	00:09:15	51%

Foi na secção do Acabamento que a melhoria foi mais acentuada, reduzindo 51% do tempo necessário para a tarefa de embalagem, o que se constata que a inclusão das informações do tamanho da caixa, do número de camadas e quantidade por camada, foi bastante eficaz.

5.3. DIMINUIÇÃO DE TEMPO DE EXPEDIÇÃO

Com a criação do quadro informativo, conseguiu-se garantir uma gestão visual em relação às encomendas que acabaram de ser embaladas e estão prontas a ser enviadas para o cliente respetivo. Com a implementação desta proposta, conseguiu-se reduzir de forma significativa o tempo despendido pelo responsável de expedição quando queria expedir encomendas, uma vez que já não tinha de procurar a caixa ou perguntar aos colaboradores se já a encomenda que procurava tinha sido embalada. Desta forma, o responsável, facilmente, percebia pelo quadro se o que procurava estava embalado e pronto a ser expedido, conseguindo despende menos tempo nesta tarefa.

5.4. DIMINUIÇÃO DE RECLAMAÇÕES E AUMENTO DE AÇÕES CORRETIVAS

Após a elaboração, em VBA, do formulário para as reclamações de clientes, notou-se uma diminuição do número de reclamações, principalmente das reclamações repetidas. Após isso, começou-se a fazer reuniões de qualidade semanais para analisar as reclamações recebidas e, a partir daí, decidir que ações corretivas tomar. Este formulário e histórico de reclamações foram cruciais para estas reuniões pois acabaram por ser a base de dados para a tomada de decisões e, assim conseguiu-se decidir ações corretivas que colmatassem as falhas detetadas pelos clientes, tendo sempre o objetivo de garantir que, pelo menos, no futuro, as reclamações recebidas não eram repetidas.

5.5. MELHORIA NA COMUNICAÇÃO APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA KANBAN

Após implementado o sistema Kanban, notou-se uma melhoria na comunicação e organização de tarefas diárias, dado que os operários conseguiam distinguir, visualmente, se havia encomendas urgentes, através do cartão laranja, e, caso houvesse, deixariam de respeitar a regra FIFO e essas caixas teriam de ter prioridade sobre as restantes que pudessem estar há mais tempo. Este sistema proposto resultou na significativa redução do número de encomendas enviadas com atraso, uma vez que agora as operárias tinham a informação de que as encomendas tinham prioridade e, por isso, conseguiam parar o que estavam a fazer e redefinir a ordem de tarefas, erradicando, assim, a necessidade de recorrer a horas extraordinárias como consequência da anterior lacuna de comunicação.

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais da presente dissertação, as limitações encontradas durante o desenvolvimento da mesma e propostas de trabalho futuro.

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desta dissertação consistia na implementação de melhorias através do desenvolvimento de propostas, recorrendo a conceitos e ferramentas *Lean*, de forma a serem atingidos os objetivos propostos inicialmente:

- Redução dos tempos improdutivos;
- Redução das reclamações recebidas provenientes de clientes, assegurando melhorias na qualidade;
- Eliminação de desperdícios;
- Melhoria dos postos de trabalho através da técnica 5S.

Numa primeira fase do projeto, foi feita uma observação e análise de todo o funcionamento da empresa e detetados alguns problemas iniciais. Após isso, aprofundou-se a análise, tendo sido usadas ferramentas como a Auditoria 5S, para conseguir analisar o ambiente de trabalho dos operários; a Análise de Pareto e o Value Stream Mapping. Através dos resultados destas análises, percebeu-se que havia problemas como: desorganização e falta de marcações no shopfloor, elevados tempos improdutivos devido à falta de informação crucial nas ordens de produção, falta de registo de reclamações provenientes de clientes e falta de comunicação entre o departamento de produção e os operários acerca das encomendas urgentes.

De forma a resolver os problemas identificados, foram pensadas em propostas de melhoria: aplicação da técnica 5S na secção do Acabamento, inclusão de informações pertinentes e necessárias nas ordens de produção, criação de um lugar destinada às encomendas devolvidas, criação de um quadro informativo de forma a facilitar a expedição de encomendas, implementação de um sistema de registo de reclamações e criação de um cartão kanban para as encomendas urgentes.

Em relação à técnica 5S, inicialmente, foi realizada uma auditoria 5S, para se perceber de forma mais clara o estado da secção de Acabamento, tendo obtido uma pontuação de 29,5%, valor consideravelmente baixo. Decidiu-se elaborar um *flyer* para ser distribuído aos colaboradores para verem a importância dos 5S e de manterem uma área de trabalho limpa e arrumada. Após várias conversas, conseguiu-se separar o material necessária e desnecessário, remover o que não interessava, estabelecer

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

loais para todas as ferramentas e materiais, tendo sido devidamente identificados. Todas estas alterações tornaram o espaço de trabalho, um lugar organizado, seguro e arrumado, tendo sido notória na Auditoria que foi feita, posteriormente. Desta auditoria obteve-se 32 de 44 pontos possíveis, ou seja, 72,7%.

Com a proposta de incluir informações importantes nas ordens de produção, conseguiu-se reduzir significativamente os tempos improdutivo, tendo havido uma melhoria de 43% no tempo dependido na secção de Maquinagem, onde se incluiu nas ordens de produção as ferramentas necessárias, o local das mesmas, o código do programa para colocar na máquina CNC e a fotografia da montagem das ferramentas, com o objetivo de o operário conseguir preparar a máquina, de forma autónoma. Na zona do Teste, a melhoria foi de 33% e no Acabamento, através da inclusão das informações de embalagem e possíveis cuidados a ter, houve uma redução de tempo de 51%.

Através da Gestão Visual, com a implementação do quadro informativo para o responsável de expedição, conseguiu-se reduzir o tempo que o responsável despendia, levando-o a conseguir entender, através do quadro, se a encomenda que pretende enviar para o cliente já se encontra embalada, evitando ter de questionar os colaboradores do estado que a encomenda que procura se encontra.

Com a implementação do formulário, em VBA, para registo de reclamações recebidas, conseguiu-se garantir uma melhoria na qualidade da empresa, pois começou-se a controlar as reclamações recebidas através do histórico criado e havia o objetivo de encontrar soluções e ações corretivas para resolver os defeitos enunciados pelos clientes. Desta forma, conseguiu-se controlar de forma mais atualizada as reclamações e evitar, principalmente, reclamações repetidas.

Por fim, através do sistema kanban implementado, a comunicação entre operários e departamento de produção aumentou, conseguindo os operários perceber através do cartão laranja que a encomenda era de caráter urgente e, por isso, deviam dar prioridade à mesma, deixando de respeitar a regra FIFO. Este sistema kanban conseguiu reduzir o número de encomendas urgentes enviadas com atraso.

Em suma, a realização da presente dissertação permitiu enriquecer os conhecimentos dos conceitos e ferramentas da filosofia *Lean*, conseguindo obter melhorias para a empresa e proporcionar uma experiência enriquecedora profissionalmente.

6.2. LIMITAÇÕES

As principais limitações encontradas ao longo da elaboração da presente dissertação, estavam relacionadas com a disponibilidade dos operadores para realizar certas tarefas.

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

Além disso, a resistência à mudança e o receio por parte dos operários também se mostraram obstáculos significativos, especialmente na técnica 5S, quando foi pedido para separarem o necessário do desnecessário, uma vez que acreditavam que todos os materiais eram essenciais e que seriam necessários no futuro. Também as limitações financeiras constituíram um entrave ao projeto devido a limitar o orçamento e, conseqüentemente, as propostas de melhoria.

Por último, o facto de ainda recorrerem maioritariamente ao papel, dificulta a melhoria de processos digitais, uma vez que estas informações, muitas vezes, não coincidiam com o que está presente nos impressos.

6.3. TRABALHO FUTURO

Para trabalho futuro, sugere-se formações de forma a ser mostrada a importância de os operários registarem tudo digitalmente para se conseguir tornar todos os dados digitais, facilitando futuras análises e conseguir-se obter uma base de dados coesa e credível, podendo elaborar possíveis *dashboards* para avaliar indicadores de desempenho como o OEE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2167–2175. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.460>
- Deming, W. E. (1982). "Out of the Crisis." MIT Press.
- Duggan, J. K. (2002). *Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand.* Productivity Press.
- Glenday, I. F. (2008). *Breaking Through to Flow: Banish Firefighting and Produce to Customer Demand.* Lean Enterprise Academy Ltd.
- Handbook, T. (2000). *TOYOTA PRODUCTION SYSTEM BASIC HANDBOOK.* www.artoflean.com
- Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 24, Issue 10, pp. 994–1011). <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hirano, H. (1995). 5 pillars of the visual workplace. Productivity Press.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success.* McGraw-Hill.
- Imai, M. (1997). *Gemba kaizen: a commonsense low-cost approach to management.* McGraw-Hill.
- James P. Womack, Daniel T. Jones, & Daniel Roos. (1991). *"The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production."* Lean Enterprise Institute.
- Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer.* . MacGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The toyota way in services: The case of lean product development. In *Academy of Management Perspectives* (Vol. 20, Issue 2, pp. 5–20). Academy of Management. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- MCT. (n.d.). *MCT - 04 SOBRE A MCT.* MCT. Retrieved March 28, 2023, from <https://www.mct.com.pt/mct/04-sobre-a-mct/#anchor=cyuuW7MmkGcUUUin>.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/CHERD.04351>
- Monden, Y. (2011). *An Integrated Approach to Just-In-Time* (4th ed.). CRC Press.
- O'brien, R. (1998). *An Overview of the Methodological Approach of Action Research.* www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html
<http://www.web.ca/~robrien/papers/arfinal.html>

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

- Ohno, T. (1988). *“Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production”*. Productivity Press.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing and Managing a Lean Assembly Line*. CRC Press.
- Pinto, J. P. (2008). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel Edições Técnicas.
- Rajgopal, J., & Abdulmalek, F. A. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236.
- Rother, M., & Shook, J. (1998). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Lean Enterprise Institute.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805.
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press.
- Shumin, Y., & Xiaoling, L. (2009). Analysis of Enterprise Downsizing Management Mode Based on 5S Management. IEEE.
- Snyder, B., & Lee, Q. (2017). *The Strategos Guide to Value Stream And Process Mapping*. Enna.
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. <https://hbr.org/1999/09/decoding-the-dna-of-the-toyota-production-system>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon and Schuster.

ANEXOS

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

ANEXO I – *TEMPLATE* PARA AUDITORIA 5S

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

MCT <small>MANUFACTURING CONSULTING</small>		Auditoria 5S	
Setor:		Data:	
Auditor:		Assinatura:	
Auditado:		Assinatura:	

1S - Utilização (Seiri)						
	Pontuação	N/A	0	1	2	Observações
No espaço de trabalho existem somente materiais e/ou objetos necessários para a execução do trabalho.						
No espaço de trabalho, as informações afixadas estão atualizadas consoante a peça em uso.						
Visualmente, o espaço de trabalho é agradável (sem coisas amontoadas).						
No espaço de trabalho existem objetos pessoais.						
O acesso a materiais/itens necessários está adequado.						

Pontuação	0
------------------	---

Situação ótima (pontos)	10
--------------------------------	----

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

MCT <small>INSTITUTO DE GESTÃO</small>		Auditoria 5S	
Setor:		Data:	
Auditor:		Assinatura:	
Auditado:		Assinatura:	

2S - Organização (Seiton)					
Pontuação	N/A	0	1	2	Observações
A área está organizada.					
O local para os materiais/ferramentas estão identificados.					
Os materiais/ferramentas, depois de utilizados, são guardados no sítio correto.					
O material/ferramentas estão devidamente identificados.					
A disposição do material/ferramentas permitem serem retirados, facilmente, para uso					
As áreas de armazenamento estão organizadas.					

Pontuação	0
------------------	---

Situação ótima (pontos)	12
--------------------------------	----

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

Auditoria 5S			
Setor:		Data:	
Auditor:		Assinatura:	
Auditado:		Assinatura:	

3S - Limpeza (Seisou)					
Pontuação	N/A	0	1	2	Observações
As máquinas e ferramentas têm um aspeto limpo e conservado.					
Existe lixo espalhado pela secção.					
O piso encontra-se limpo.					
Existem planos de limpeza (responsáveis, frequência...)					
De um modo geral, a secção encontra-se limpa.					

Pontuação	0
------------------	----------

Situação ótima (pontos)	10
--------------------------------	-----------

		<h2>Auditoria 5S</h2>	
Setor:		Data:	
Auditor:		Assinatura:	
Auditado:		Assinatura:	

4S - Normalização (Seiketsu)					
Pontuação	N/A	0	1	2	Observações
No espaço de trabalho, encontro instruções de trabalho para a execução do trabalho.					
Existem planos de limpeza e estes são cumpridos.					

Pontuação	0
-----------	---

Situação ótima (pontos)	4
-------------------------	---

Implementação de melhorias numa empresa de fundição, seguindo conceitos de produção Lean

MCT <small>MANEIRO 5S 2009</small>		Auditoria 5S	
Setor:		Data:	
Auditor:		Assinatura:	
Auditado:		Assinatura:	

5S - Autodisciplina (Shitsuke)					
Pontuação	N/A	0	1	2	Observações
As auditorias 5S são feitas com frequência.					
Os operadores tiveram formação em 5S.					
Após utilização das ferramentas, os mesmos são colocados no sítio determinado.					
Os quadros estão em constante atualização.					

Pontuação	0
------------------	---

Situação ótima (pontos)	8
--------------------------------	---

ANEXO II – CÓDIGO USADO PARA ELABORAÇÃO DE FORMULÁRIO EM VBA

```
Private Sub caixa_cliente_Change()  
caixa_cliente.RowSource = "CLIENTES!B2:B135"  
End Sub  
  
Private Sub CommandButton2_Click()  
Unload nova_recla  
End Sub  
  
Private Sub CommandButton1_Click()  
linha = Range("B1439").End(xlDown).Row + 1  
Cells(linha, 2) = num.Value  
Cells(linha, 3) = data.Value  
Cells(linha, 4) = caixa_cliente.Value  
Cells(linha, 5) = caixa_produto.Value  
Cells(linha, 6) = caixa_descr.Value  
If sim.Value = True Then  
Cells(linha, 7) = "S"  
Else  
Cells(linha, 7) = "N"  
End If  
Cells(linha, 8) = reg_dev.Value  
Cells(linha, 9) = caixa_tratamento.Value  
Cells(linha, 10) = nc.Value  
Cells(linha, 11) = data_fec.Value  
Unload nova_recla  
MsgBox ("Submetido com sucesso")  
End Sub  
  
Private Sub Label13_Click()  
End Sub
```