

**Desenvolvimento de procedimentos operativos para melhoria da produtividade de um
centro de trabalho numa unidade de ferramentas de corte**

José Pedro Silva Pereira Mendes

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor Eduardo Gil da Costa



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2021-02-25

Resumo

O presente projeto para a dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, com especialização em Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, decorreu na Unidade Estratégica de Negócio (UEN) de Metal da empresa FREZITE – Ferramentas de Corte, SA, em coordenação com o departamento de operações, e consiste na procura e implementação de melhorias para o aumento da produtividade de um centro.

O projeto em que se baseia a dissertação teve como foco principal o centro de afiamento de elementos cortantes em PCD, frequentemente referido ao longo da dissertação, por CTDT. Sendo as operações realizadas neste centro as mais minuciosas da fábrica, este centro tem um grande impacto na qualidade dos produtos finais.

O projeto surgiu da necessidade de implementação de novos métodos e processos que permitissem aumentar a produtividade do centro sem prejudicar a qualidade dos produtos, seguindo a visão da FMT: “ser mais rápido e com alta qualidade”.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre *Lean Production* abrangendo os seus princípios e tipos de desperdícios. Foi também realizada uma pesquisa acerca das ferramentas *lean* que podem ser utilizadas para identificar problemas e implementar melhorias.

Seguidamente, procedeu-se à compreensão e descrição do funcionamento da FMT e do seu fluxo de produção, com especial atenção ao processo produtivo que decorre no CTDT. Através do envolvimento de todos os colaboradores do centro e da utilização de ferramentas *lean* foram identificados os principais problemas e, portanto, as oportunidades de melhoria da produtividade do centro mais relevantes, que consistiam na inesperada taxa de retrabalho devido a questões relacionadas com a existência de batimento nas ferramentas provenientes das máquinas laser, no elevado número de não conformidades devido a erros de medição e no excesso de movimentações por parte dos colaboradores do centro anterior, a soldadura.

A partir dos problemas encontrados, estabeleceram-se propostas de melhorias, estando uma já implementada na fábrica. As restantes propostas, por necessitarem de tempo e organização, e de investimento na aquisição de uma máquina nova, não foram ainda implementadas.

Através da aquisição de uma máquina de medição e da alteração dos procedimentos operativos de preparação de ferramentas no CTDT, espera-se uma diminuição da necessidade de retrabalho de 16,9% para 11%, em número de ferramentas, o que se traduz num aumento da faturação anual de aproximadamente 110.000€.

Com a proposta de melhoria para controlar as não conformidades devido a erros de medição, espera-se melhorar significativamente o indicador de qualidade do centro, eliminando esta parcela responsável pelo maior número de ocorrências de não conformidades.

A câmara instalada na soldadura, permite reduzir em 39,7% a distância percorrida pelos colaboradores deste centro, para a verificação de folgas entre o corpo das ferramentas e os elementos cortantes de PCD.

Development of Operating Procedures to Improve the Productivity of a Work Center in a Cutting Tool Unit

Abstract

The present dissertation of the Integrated Master in Mechanical Engineering, with specialization in Production Management, from the Faculty of Engineering of the University of Porto, took place at the Metal Unit of the company FREZITE - Ferramentas de Corte, SA, in coordination with the operations department, and describes a project of implementation of improvements aimed at increasing the productivity of a center.

The project on which the dissertation is based had its focus on the sharpening center of cutting elements in PCD. As the operations carried out in this center are the most detailed in the plant, this center has a great impact on the quality of the final products.

The project carried out arose from the need to implement new methods and processes that would allow the center's productivity to be increased without harming product's quality, following the FMT's vision: "to be faster and with high quality".

Thus, for the development of the dissertation, a bibliographical review on Lean Production was carried out, covering its principles and types of waste. A research was also conducted on the lean tools that can be used to identify problems and implement improvements.

Afterwards, an understanding and description of the FMT operations and its production flow was carried out, paying special attention to the production process that takes place at CTDT. Through the involvement of all the employees of the center and the use of lean tools, the main problems were identified and, therefore, the main opportunities for improving the productivity of the center, which fell on the unexpected rate of rework due to problems of runout in the tools coming from laser machines, the high number of non-conformities due to measurement errors and also the excess of movement by employees of the previous center, the welding center.

Based on the problems encountered, proposals for improvements were established and one is already implemented in the factory. The remaining ones, because they needed time and organization, as well as investment in the acquisition of a new machine, were not implemented during the project.

Through the acquisition of a measuring machine and alteration of the operating procedures for tool preparation at CTDT, a decrease in the need for rework is expected from 16.9% to 11% in the number of tools, which translates into an increase in annual invoicing of approximately 110.000 €.

With the proposed improvement to control non-conformities due to measurement errors, it is expected to significantly improve the non-conformities indicator of the plant, eliminating this portion responsible for the highest number of non-conformities occurrences.

The camera installed in the welding center, allows to reduce by 39.7% the distance made by the employees of this center for the certification of clearances between the tool body and the PCD cutting elements.

Agradecimentos

A presente dissertação marca a conclusão de uma longa etapa da minha vida, pelo que escrever os agradecimentos torna-se um momento de reflexão acerca do meu percurso e todos os que nele intervieram.

Em primeiro lugar, quero agradecer a todos aqueles com quem tive contacto ao longo desta etapa, desde professores e colegas, a amigos e familiares, por terem participado no meu processo de evolução como estudante e por me fazerem crescer como pessoa.

Agradeço ao professor Eduardo Gil da Costa, orientador da presente dissertação, pelo conhecimento partilhado, pela disponibilidade demonstrada, pelo interesse no projeto e pela constante motivação, tornando esta experiência numa excelente oportunidade de aprendizagem e desenvolvimento. Muito obrigado.

À Frezite pela oportunidade de estágio que me foi concedida, nomeadamente ao Eng. Diogo Costa, ao Eng. André Leite e ao Eng. Luís Silva, pelo conhecimento transmitido e pelo apoio prestado, contribuindo para uma experiência muito enriquecedora em ambiente industrial.

A todos os colaboradores do CTDT, em particular, ao Fernando Azevedo, Ricardo Costa, Tiago Costa e ao Paulo Teixeira por toda a paciência, disponibilidade e amizade que demonstraram ao longo do projeto. Posso afirmar que sem o seu apoio, este projeto não teria sido possível.

A todos os meus amigos que acompanharam o meu percurso, que através da amizade, convívio e apoio tornaram os momentos complicados em desafios mais simples e com quem pude partilhar o sabor das vitórias.

Por fim, quero agradecer à minha família, nomeadamente à minha mãe, pai, ao Jorge e às minhas irmãs pelo carinho, pela paciência e dedicação, pelo apoio nos momentos mais difíceis, pelos valores transmitidos, pela confiança demonstrada e, acima de tudo, por serem verdadeiros exemplos de união e suporte. Muito obrigado!

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	O grupo Frezite.....	1
1.1.1	Unidade Estratégica de Negócio – Metal.....	1
1.2	Enquadramento do projeto.....	2
1.3	Método seguido no projeto.....	3
1.4	Estrutura da dissertação.....	3
2	Revisão bibliográfica.....	5
2.1	Gestão da Qualidade Total.....	5
2.1.1	Zero Defeitos.....	10
2.2	Lean Production.....	11
2.2.1	Origem do Lean Production.....	11
2.2.2	Princípios Lean.....	11
2.2.3	Eliminar desperdícios.....	13
2.3	Ferramentas utilizadas em Produção <i>Lean</i>	14
2.3.1	Ciclo PDCA.....	14
2.3.2	Value Stream Mapping (VSM).....	15
2.3.3	Gráfico de Gantt.....	15
2.3.4	Diagrama de Pareto.....	15
2.3.5	Diagrama de causa-efeito.....	16
2.4	Return on Investment.....	17
3	Situação atual.....	19
3.1	Fluxo Produtivo da FMT.....	19
3.2	Centro de Afiamento de Diamante.....	20
3.2.1	Funcionamento do CTD.....	21
3.3	Análise da situação atual do CTD.....	22
3.3.1	Necessidade de retrabalho.....	22
3.3.2	Não conformidades no CTD.....	26
3.4	Movimentações dos colaboradores do centro de soldadura.....	28
4	Propostas de melhoria.....	30
4.1	Diminuição de retrabalho.....	30
4.1.1	Limitação das máquinas laser.....	32
4.1.2	Análise e resultados.....	33
4.1.3	Análise de investimento.....	34
4.2	Não conformidades imputadas ao CTD.....	35
4.2.1	Erros de medição dos colaboradores.....	36
4.2.2	Erros de medição devido a variações de temperatura.....	37
4.3	Excesso de movimentações.....	37
5	Conclusão e perspectivas de trabalho futuro.....	39
5.1	Conclusão.....	39
5.2	Trabalhos futuros.....	40
	Referências.....	41
	ANEXO A: Fluxo de produção na FMT.....	43
	ANEXO B: Folha para anotação de repassagens 1.....	45
	ANEXO C: Folha para anotação das causas das repassagens.....	47
	ANEXO D: Folha para anotação das não conformidades imputadas ao CTD.....	49
	ANEXO E: Procedimento operativo para utilização da máquina de lavagem e desengorduramento de ferramentas e PCD antes da soldadura.....	51

ANEXO F: Procedimento operativo para a devolução de ferramentas que não podem ser reparadas	55
---	----

Lista de Siglas

APM – aperto mecânico

CS – Construção Soldada

CTDT – centro de afiamento de elementos cortantes em PCD

FMT – *Frezite Metal Tooling*

FTT – *First Time Through*

HM ou MD – *hard metal* ou metal duro

JIT – *Just In Time*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PCBN – Nitreto de Boro Cúbico Policristalino

PCD – Diamante Policristalino

POUS – *Point of Use Storage*

ROI – *Return on Investment*

RTDT – centro de retificação cilíndrica de PCD

TC – Tempo de Ciclo

TPS – *Toyota Production System*

TQM – *Total Quality Management*

UEN – Unidade Estratégica de negócio

WIP – *Work in Progress*

Índice de Figuras

Figura 1 - Princípios do TQM, retirado de: https://online.visual-paradigm.com/knowledge/total-quality-management/what-is-total-quality-management/	6
Figura 2 - Os cinco princípios lean, retirado de: Oliveira, G., Aplicação do lean em pequenas empresas: um estudo de caso no setor de alimentação fora do lar. (2018)	12
Figura 3 - Os oito desperdícios da <i>lean production</i> , retirado de: “ https://www.processexcellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-performance/columns/8-wastes-of-lean-manufacturing-in-a-services-conte ”	13
Figura 4 - Diagrama de causa-efeito, adaptado de: “ https://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram#/media/File:Ishikawa_Fishbone_Diagram.svg ”	17
Figura 5 - Fluxo de produção na FMT	20
Figura 6 - <i>Layout</i> do CTDT	21
Figura 7 - Diagrama de Pareto das causas de retrabalho	23
Figura 8 - Exemplo de batimento, retirado de: Diez, E. <i>et al.</i> An improved methodology for the experimental evaluation of tool runout in peripheral milling. (2013)	24
Figura 9 - Ocorrência de batimento por tipo de máquina	25
Figura 10 - Diagrama de causa efeito para o problema de batimento	26
Figura 11 - Diagrama de Pareto para a ocorrência de não conformidades	27
Figura 12 - Não conformidades provocadas pelos colaboradores	28
Figura 13 - Distância percorrida desde o centro de soldadura até à máquina de medição presente no CTDT	29
Figura 14 - Medição de batimento numa máquina laser	32
Figura 15 - Distância percorrida pelos operadores do centro de soldadura para verificação de folgas	38

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Benefícios dos princípios de TQM, adaptado de: “ https://www.lucidchart.com/blog/8-total-quality-management-principles ”	9
Tabela 2 - Retrabalho no CTDt em novembro.....	23
Tabela 3 - Análise das possíveis causas de batimento.....	31
Tabela 4 - Análise de investimento numa mesa Mapal para o CTDt	35

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada no âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, com especialização em Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Neste capítulo é feita uma breve descrição da empresa Frezite e da Unidade Metal, a que se segue uma abordagem à pertinência do projeto desenvolvido. São enumerados os principais objetivos do projeto, a metodologia utilizada e é descrita a estrutura da dissertação.

1.1 O grupo Frezite

A Frezite – Ferramentas de Corte S.A. é uma empresa de engenharia de soluções para ferramentas de corte de alta tecnologia e precisão com aplicações nas indústrias de transformação da madeira, plásticos, materiais compósitos e metais.

A Frezite, fundada em 1978, conta com uma vasta experiência na conceção, desenvolvimento e produção de ferramentas de corte por arranque de apara, sendo capaz de satisfazer os requisitos mais exigentes das indústrias de transformação da madeira e no campo da metalomecânica. A atividade do Grupo Frezite caracteriza-se pelos seus valores intrínsecos: rigor na execução de todas as atividades, competência e responsabilidade para com os parceiros, qualidade dos produtos que são desenvolvidos à medida do cliente e um serviço pós-venda responsável e de proximidade (Frezite – Ferramentas de Corte, 2018).

1.1.1 Unidade Estratégica de Negócio - Metal

Inicialmente, a Frezite dedicava-se ao fabrico de ferramentas para trabalhar madeira, nomeadamente fresas, no entanto, o rápido crescimento dos setores automóvel e aeroespacial proporcionaram a criação da Divisão Metal, em 2005, atuando no mercado com a marca registada FMT – Frezite Metal Tooling. A marca FMT tem vindo a consolidar a sua presença no mercado internacional através de empresas próprias em Espanha, Brasil, República Checa, Alemanha, Reino Unido, Polónia e México.

O desenvolvimento deste projeto teve lugar na UEN Metal, na Trofa, que é a unidade responsável pela produção de ferramentas especiais de alta precisão para trabalhar metal, feitas à medida de cada cliente e de acordo com as suas necessidades específicas. O facto de as ferramentas serem customizadas complica a previsão da procura, sendo crucial a existência de processos flexíveis de forma a responder rápida e eficazmente aos requisitos do mercado e reduzir o impacto das diferentes exigências dos clientes no processo produtivo.

As principais famílias de produtos desenvolvidas e produzidas na unidade de Metal são brocas, fresas e mandris, constituídos por PCD, PCBN e HM. O percurso de uma ferramenta é, de forma geral, composto pelo corte das barras de aço/metal duro, retificação, fresagem, soldadura, afiamento dos elementos cortantes e retificação cilíndrica. Este projeto incide sobre o centro responsável pelo afiamento de PCD, denominado CTDT.

1.2 Enquadramento do projeto

O crescimento acelerado da globalização nos últimos anos tem aumentado a natureza competitiva das empresas por todo o mundo. Assim sendo, de forma a manter uma posição competitiva no mercado, as empresas encontram-se numa procura constante por alternativas que lhes permitam garantir uma posição de destaque face à concorrência. Para tal, tem ocorrido um aumento de investimentos para a inovação dos processos, a melhoria da qualidade, a redução dos prazos de entrega e a mão de obra qualificada (Womack *et al*, 1990).

No contexto industrial é indispensável implementar métodos que promovam o aumento da produtividade da fábrica, contribuindo para maior eficiência das máquinas e dos seus operadores.

Atualmente, a otimização de tempos e custos de produção, bem como a satisfação dos clientes, são os objetivos de qualquer empresa de produção.

A Frezite é uma empresa que se pretende destacar pela qualidade e customização dos seus produtos, bem como pelos curtos tempos de entrega, tendo para isso disponibilizado diversos recursos em ações de melhoria, de modo a reduzir o desperdício e a tornar-se uma empresa mais *lean*.

O centro de afiamento de PCD, sobre o qual incide este projeto, é um centro crítico na produção de ferramentas, pois é o local onde se fazem as operações mais rigorosas da fábrica, com tolerâncias na ordem de micrómetros. O corte de diamante com geometrias complexas e tolerâncias muito apertadas implica que as operações realizadas neste centro sejam rigorosas e demoradas. Consequentemente, o planeamento da produção, os métodos utilizados e o controlo do processo ganham uma importância acrescida, pois em caso de necessidade de retrabalho o WIP (*Work In Progress*) do centro aumenta consideravelmente, podendo este centro passar a representar o gargalo da linha de produção.

O CTDT apresenta valores de retrabalho e de não conformidades superiores ao desejado, o que será abordado com maior detalhe no Capítulo 3. Foi da necessidade de reduzir estes indicadores que surgiu o projeto desta dissertação. Os objetivos do projeto, centrado no CTDT, passam por:

- Identificar quais as principais causas da necessidade de retrabalho;
- Identificar as não conformidades mais comuns e as suas causas;
- Analisar as causas raiz responsáveis pela necessidade de retrabalho e pela existência de não conformidades;
- Desenvolver um plano de potenciais soluções que permitam reduzir o retrabalho e as não conformidades.

De modo geral, pretende-se com este projeto aumentar a produtividade do centro e o nível de qualidade do produto final, através da utilização de metodologias de Gestão da Qualidade Total, fomentando uma cultura de melhoria contínua, e seguindo a filosofia de *Lean Production*, utilizando as suas ferramentas aplicadas ao processo para que se possam reduzir os desperdícios.

Pretende-se que seja obtido um impacto positivo na eficiência dos equipamentos, na diminuição de necessidade de retrabalho, na diminuição de não conformidades e na redução dos prazos de entrega por redução do tempo de produção.

1.3 Método seguido no projeto

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto é extremamente importante pois serve para orientar o trabalho a realizar e ajuda a definir prioridades. O projeto foi desenvolvido segundo a metodologia investigação-ação (*action research*) que, como o próprio nome indica, consiste em “*learning by doing*” (O’Brien, 1998), e funciona como um processo cíclico de cinco etapas: diagnóstico, planeamento, implementação de ações, avaliação das ações e consequente replaneamento.

A metodologia investigação-ação integra métodos e técnicas de observação, recolha e análise de dados e interpretação de padrões; a recolha e análise de dados de forma sistemática permite elaborar planos de ação, avaliá-los e reformulá-los consecutivamente, visando a melhoria contínua do processo (Gillis e Jackson, 2002).

Nesta metodologia é necessária a colaboração de todos os membros envolvidos no processo, sendo que o investigador deixa de ser um observador para fazer parte da implementação. Esta metodologia é uma abordagem à resolução de problemas que, através da análise de dados e perceção de problemas no local, pretende introduzir potenciais soluções cuja implementação e análise é feita através da colaboração de todos os membros. O seu objetivo não é apenas viabilizar soluções para os problemas imediatos, mas proporcionar uma experiência de aprendizagem prática e criação de conhecimento ou teoria sobre a ação desenvolvida (Coughlan e Coughlan, 2002). O envolvimento de praticantes como participantes na investigação reflete-se num aumento da eficácia da investigação (Cornwall e Jewkes, 1995).

Na metodologia investigação-ação, o investigador quer testar a teoria com os praticantes em situações reais, obter resultados através da experiência, modificar a teoria de acordo com esses resultados e repetir o processo (Avison *et al*, 1999).

As etapas de execução do projeto que originou esta dissertação foram:

1. Compreensão dos processos produtivos, dos fluxos de informação e rotas das ferramentas dentro da FMT;
2. Compreensão detalhada dos processos produtivos e fluxos de informação e ferramentas dentro do centro de afiamento de diamante;
3. Recolha de dados relativos a não-conformidades e retrabalho no CTDT;
4. Análise dos dados recolhidos para identificação de padrões que indicassem possibilidades de melhoria;
5. Realização de análise causa-efeito, juntamente com a equipa do CTDT, após identificação de problemas estatisticamente significativos;
6. Análise experimental de potenciais soluções;
7. Validação e implementação das melhorias propostas.

1.4 Estrutura da dissertação

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos, de forma a apresentar o projeto desenvolvido de forma estruturada, numa sequência lógica e intuitiva.

No Capítulo 1 foi feita uma breve apresentação da empresa, foi explicada a pertinência do projeto e os objetivos que se pretendem atingir, bem como a metodologia utilizada para os alcançar.

No Capítulo 2 encontram-se os conceitos teóricos que sustentaram o projeto, nomeadamente a produção *lean* e a gestão da qualidade total, bem como as ferramentas utilizadas para a recolha e análise de dados.

O Capítulo 3 engloba a descrição da situação atual e a análise do problema. Neste capítulo é descrito o funcionamento do centro de afiamento de diamante, identificando os principais problemas encontrados e as análises realizadas.

No Capítulo 4 são apresentadas as soluções de melhoria propostas. Foi realizada uma análise de modo a verificar o impacto dessas soluções a nível produtivo e na alteração do processo de produção.

Por fim, o Capítulo 5 é composto por uma síntese do projeto desenvolvido e dos resultados obtidos, bem como sugestões de trabalhos futuros para melhoria contínua do processo produtivo do CTDT.

2 Revisão bibliográfica

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos teóricos que serviram de base ao desenvolvimento do projeto realizado na FMT e que suportam a leitura do restante documento.

Inicialmente, é descrita a filosofia de Gestão da Qualidade Total, referindo os seus princípios fundamentais e as vantagens que se podem obter aquando da utilização de sistemas de gestão da qualidade.

A seguir, é feita uma descrição do modelo de Produção *Lean*, que engloba uma breve referência à sua origem, a descrição dos princípios *lean* e a identificação dos oito desperdícios comuns a qualquer empresa de produção.

2.1 Gestão da Qualidade Total

A Gestão da qualidade Total, geralmente designada por TQM (*Total Quality Management*), é uma visão a longo prazo que tem por base um planeamento contínuo de melhoria da qualidade. Ou seja, é uma cultura que visa a satisfação do cliente através da implementação contínua de melhorias em toda a organização, em que é requerida a participação de todos os funcionários de uma empresa, desde a gestão de topo até ao chão de fábrica (Demirbag, 2006).

A adaptação das empresas às necessidades dos clientes, que procuram produtos com a melhor relação entre qualidade e preço, causou a evolução da busca pela qualidade até à necessidade de implementação de TQM:

1. Qualidade – satisfação das expectativas dos clientes;
2. Qualidade Total – atingir Qualidade com baixos custos;
3. Gestão da Qualidade Total – atingir Qualidade Total através da participação de todos.

Os 8 princípios do TQM, ilustrados na Figura 1, são:



Figura 1 - Princípios do TQM, retirado de: <https://online.visual-paradigm.com/knowledge/total-quality-management/what-is-total-quality-management/>

1) Abordagem orientada para os processos - um aspeto fundamental do TQM é a análise do processo. Um processo é um conjunto de etapas que recebem material e informação da etapa anterior, transformam-nos e transmitem-nos à etapa seguinte, desde os fornecedores até ao cliente final, sendo que uma correta definição das etapas e das operações que as compõem permite monitorizar continuamente os indicadores de desempenho e detetar possíveis variações inesperadas. Cada vez mais as empresas chegam à conclusão de que o primeiro passo para a definição e controlo dos processos é a criação de sistemas de medição adequados, para recolha e posterior tratamento dos dados, pois para uma empresa poder delinear objetivos de qualidade necessita de saber qual o seu estado atual. Os dados a recolher inserem-se em três categorias:

- Satisfação dos clientes;
- Satisfação dos trabalhadores;
- Outras medidas de qualidade intrínsecas aos processos de produção internos, também denominados pontos de controlo da qualidade.

A recolha e análise contínua destes dados é extremamente importante para que, sempre que necessário, possa haver reformulação dos objetivos e políticas da qualidade. Tal como referido pelo professor Peter Drucker (1995): “O que pode ser medido, pode ser melhorado”;

- 2) **Abordagem sistemática à gestão** – Este princípio está relacionado com o anterior e defende que perceber e gerir os processos de forma transparente pode ajudar a melhorar o fluxo de produção. Garantir que cada funcionário está a fazer uma gestão correta do tempo que dedica às tarefas chave e às restantes tarefas, menos importantes, mas também necessárias, é o primeiro passo na eliminação de desperdício e aumento da eficiência da organização. Esta abordagem também define que qualquer pessoa deve ter acesso a todas as tarefas de cada etapa produtiva permitindo, de forma simples, saber qual o estado atual de produção, o que se reflete como uma enorme vantagem na flexibilidade de produção, permitindo aos trabalhadores planearem o seu trabalho de acordo com as necessidades das etapas seguintes e com os *inputs* das etapas anteriores;
- 3) **Foco no cliente** - o foco no cliente é uma das premissas do TQM, uma vez que todo o processo de gestão da qualidade total tem como foco principal a sua satisfação. Independentemente das ações tomadas por uma organização para a melhoria da qualidade, como a formação dos funcionários ou a inovação dos equipamentos, é o cliente quem avalia se essas ações compensaram o investimento, ou seja, a qualidade é uma característica definida pelo cliente;
- 4) **Envolvimento de toda a organização** - para que haja uma melhoria contínua da qualidade, cada vez com menos custos, é necessário que toda a organização esteja envolvida no processo e que tenha a mesma ambição para atingir os objetivos, o que só é possível se a empresa tiver bons trabalhadores, dedicados e satisfeitos. De modo a satisfazer os clientes externos, têm de ser criadas as condições necessárias aos trabalhadores para poderem desempenhar as suas tarefas com qualidade, o que inclui incentivar a formação contínua e atribuir tarefas com responsabilidade (Dale *et al*, 2007);
- 5) **Liderança** – a gestão de topo tem um papel vital na qualidade dos produtos, pois está encarregue de liderar a empresa rumo aos seus objetivos. É da sua responsabilidade delinear políticas e objetivos da qualidade, bem como traçar os planos para os conseguir alcançar e reformulá-los sempre que necessário. Planos, políticas e objetivos da qualidade bem traçados permitem uma fácil compreensão das metas por todos os trabalhadores da empresa, entendendo que o seu sucesso depende da satisfação dos clientes;
- 6) **Cultura de melhoria contínua** – a cultura numa empresa é definida pela filosofia de trabalho, valores fundamentais e o seu propósito. A filosofia de trabalho deve refletir a visão da organização e não somente de um líder. Os valores fundamentais de uma empresa exprimem o que é importante para a empresa, a conduta dos trabalhadores, a responsabilidade social e como se devem adaptar a mudanças. Estes valores devem servir para guiar todos os funcionários e devem ser focados nos trabalhadores, fornecedores, clientes e no impacto que a empresa pode ter na sociedade em geral. O propósito é uma evolução natural da visão da empresa aliada aos seus valores, representa um objetivo e como se deve atingir esse objetivo.

A melhoria contínua está inserida na cultura de uma empresa, é uma filosofia que deve ser adotada por todos os colaboradores, pois uma organização terá sucesso quando busca incessantemente por oportunidades de melhoria nos diversos níveis. Por exemplo, uma das máximas da Honda é “um dos motivos pelos quais os nossos clientes estão sempre satisfeitos é porque nós nunca estamos”, esta empresa refere que para manter a competitividade no mercado, através da satisfação dos clientes, é necessário “ir dormir e acordar a pensar em potenciais melhorias”;

- 7) **Decisões baseadas em factos** – os dados obtidos através dos indicadores de desempenho dos processos indicam o estado atual da organização. Para um funcionamento eficiente do TQM, as empresas devem recolher e analisar esses indicadores para melhorar a qualidade, tomar decisões com rigor, fazer previsões com o maior grau de precisão possível e delinear objetivos realistas. A tomada de decisões deve ser baseada em factos, apoiada por uma análise estatística, removendo a componente emocional da equação;
- 8) **Relação com os fornecedores** – de modo geral, qualquer negócio depende dos seus clientes e dos seus fornecedores, pelo que a relação com os fornecedores também apresenta um peso considerável na Gestão da Qualidade Total. Este princípio defende que a relação entre as empresas e os fornecedores deve ser benéfica para ambos de forma a que acrescente valor aos dois lados. Uma boa relação com os fornecedores vai fortalecer o seu compromisso para com a empresa, aumentando o seu nível de reação e flexibilidade às encomendas efetuadas, permitindo uma resposta mais rápida às necessidades dos clientes, além de fomentar possibilidades de melhores condições nas encomendas.

Os benefícios da implementação destes princípios encontram-se resumidos na Tabela 1:

Tabela 1 - Benefícios dos princípios de TQM, adaptado de: “<https://www.lucidchart.com/blog/8-total-quality-management-principles>”

Princípio	Benefícios
Abordagem orientada para os processos	Redução dos tempos de ciclo através do uso eficiente de todos os recursos; Resultados operacionais melhorados e consistentes; Foco em oportunidades de melhoria
Abordagem sistemática à gestão	Concentração de esforços nos processos chave; Aumento da eficácia e eficiência da organização
Foco no cliente	Aumento da eficiência de utilização dos recursos para satisfazer os clientes; Aumento da lealdade dos clientes
Envolvimento de toda a organização	Trabalhadores integrados, comprometidos e motivados; Trabalhadores têm vontade de participar e contribuir para a melhoria contínua; Trabalhadores sentem-se responsáveis pelo seu trabalho
Liderança	Trabalhadores entendem e são motivados para atingir os objetivos da organização; Problemas de comunicação entre diferentes níveis da organização são minimizados;
Melhoria contínua	Melhoria do desempenho da organização; Atividades de melhoria planeadas estrategicamente para que surtam o efeito pretendido; Aumento da flexibilidade de corresponder às necessidades dos clientes
Decisões baseadas em factos	Decisões informadas; Capacidade de avaliar a eficiência de decisões anteriores através de dados concretos; Capacidade de rever, confirmar e alterar decisões
Relação com os fornecedores	Capacidade de criar valor para ambos; Aumento da flexibilidade de resposta ao mercado; Otimização de custos e recursos

2.1.1 Zero Defeitos

O termo Zero Defeitos foi um termo utilizado por Philip Crosby (1996) no livro “*Quality is Still Free: making quality certain in uncertain times*” e refere-se a uma filosofia que visa a diminuição do número de defeitos e desperdícios num processo produtivo.

Atualmente, as empresas para manterem a sua competitividade no mercado tentam reduzir os tempos de produção, de forma a reduzir os prazos de entrega e satisfazer a procura. A diminuição dos tempos de produção aliada ao aumento do grau de customização dos produtos, sem comprometer a sua qualidade, faz com que estratégias de produção utilizadas anteriormente já não sejam eficientes (Halpin, 1996). Surge então a necessidade de sistemas de produção capazes de se adaptar às novas exigências, incluindo o controlo da produção e da qualidade.

A abordagem utilizada atualmente para atingir os “Zero Defeitos” passa pela análise e solução de problemas em etapas concretas da produção. Pode-se então afirmar que é uma abordagem sequencial, que após a análise e resolução de um problema específico, considera esse processo como concluído e foca a sua atenção numa outra fase crítica do processo. Esta estratégia de resolução de problemas sequencial permite às empresas uma adaptação contínua dos seus objetivos de produção e níveis de qualidade, sendo uma ferramenta notável para o aumento da competitividade.

O objetivo, por parte das empresas, é desenvolver abordagens de “Zero Defeitos” que lhes permitam reduzir a quantidade de desperdício e sistemas de controlo que evitem a propagação de produtos defeituosos ao longo de diferentes fases do processo de produção.

Análise de dados e causas raiz

Com base nos dados adquiridos, através de um controlo da qualidade adequado associado à utilização de ferramentas para análise de causas raiz, podem-se confirmar as suposições já existentes e identificar variáveis não consideradas anteriormente responsáveis pela origem de não conformidades nos produtos.

A importância de uma recolha de dados minuciosa, com posterior tratamento de informação baseado em análise estatística, manifesta-se na possibilidade de identificar relações entre defeitos e variáveis provenientes de diferentes etapas do processo produtivo, permitindo detetar padrões de propagação de defeitos ao longo da linha de produção.

Controlo do processo

Devem ser implementadas estratégias de controlo de processo nos centros onde ocorrem processos fundamentais de transformação dos produtos, de forma a que os produtos não entrem nem saiam defeituosos desses centros (Eger *et al*, 2018).

O principal desafio nesta fase passa pela definição e implementação de estratégias de controlo adequadas. Na maior parte dos casos das empresas que pretendem dar início à implementação da metodologia “Zero Defeitos”, as estratégias de controlo já existentes são inadequadas ou mesmo inexistentes.

2.2 Lean Production

“Lean production is “lean” because it uses less off everything compared with mass production: half the human effort in factory, half the manufacturing space, half the investments in tool, half the engineering hours to develop a new product in half the time”

Womack, 1990

2.2.1 Origem do Lean Production

O conceito *Toyota Production System* nasce de uma indústria japonesa fragilizada e com dificuldade em competir com a indústria americana, onde existia um modelo de produção em massa, popularizado por Henry Ford, em que se produziam grandes quantidades de produtos padronizados através de linhas de montagem, resultando em elevadas taxas de produção e, consequentemente, em produtos a preços baixos. Desta forma, o objetivo passou pela criação de um sistema produtivo orientado para a melhoria do processo, com foco na eliminação dos desperdícios, de forma a aumentar a produtividade e a receita, surgindo assim o TPS (Monden, 1998).

Segundo Liker & Morgan (2006), o modelo de produção *lean* nasceu do *Toyota Production System* (TPS), no Japão, e está associado a práticas de constantes melhorias no processo de produção, através da eliminação de desperdícios em atividades que são consideradas pelo cliente como atividades que não acrescentam valor ao produto final. Ou seja, *lean production* significa produzir exatamente o que o cliente deseja, no tempo certo e a um preço justo, com um mínimo de desperdícios possível (Pampanelli et al., 2014).

O conceito *Lean Production*, segundo Womack et al. (1996), baseia-se na filosofia “*doing more with less*”, permitindo obter melhores resultados utilizando menos recursos, menos espaço fabril, menos inventário e menos tempo. É definido como um sistema de produção inovador que visa a satisfação do cliente através da eliminação do desperdício, respondendo às necessidades dos clientes com baixos tempos de entrega e o mínimo inventário possível (Zavichi, Banki, & Vahdatikhaki, 2010).

A implementação deste modelo tem como objetivo principal a resolução de problemas de forma rápida e eficiente. Para tal, é fundamental que todos os elementos da empresa estejam envolvidos na sua implementação, de forma a que a troca de informação e identificação de problemas seja rápida e transparente ao longo de toda a estrutura organizacional.

De forma a auxiliar as tomadas de decisão dentro das organizações foram criados os princípios *lean*. Estes baseiam-se na eliminação de desperdício e na definição do conceito “valor”, determinado pelo cliente, para que se possam identificar as atividades imprescindíveis (Ohno, 1988; Melton, 2005).

2.2.2 Princípios Lean

A metodologia *lean* defende que o processo de redução de esforço, de custo e de defeitos, enquanto ao mesmo tempo se procura aproximar continuamente o produto final do produto que o cliente quer é um processo sem fim (Womak e Jones, 1996), pelo que, para implementação desta metodologia, foram criados conceitos fundamentais a ter em consideração para o sucesso da produção *lean*, conhecidos como os cinco princípios da

filosofia *lean*, representados na Figura 2. Devem ser seguidos passo a passo implementar esta metodologia com sucesso.



Figura 2 - Os cinco princípios lean, retirado de: Oliveira, G., Aplicação do lean em pequenas empresas: um estudo de caso no setor de alimentação fora do lar. (2018)

1. **Definir “valor”** - Entender o que é “valor” e quais são as tarefas que são absolutamente necessárias para criar esse valor, sendo que tudo o resto é considerado desperdício. Valor é definido como a capacidade de entregar o produto personalizado que o cliente quer, com o mínimo tempo possível entre a encomenda e a sua entrega, a um preço apropriado;
2. **Identificar a cadeia de valor** – A cadeia de valor pode ser definida como o conjunto de todas as etapas e tarefas que são estritamente necessárias para a geração de valor, sendo que todas as restantes tarefas devem ser eliminadas, pois são consideradas um desperdício;
3. **Criação de fluxo** – Garantir que há um fluxo contínuo no processo produtivo e na cadeia de valor. O foco principal deve recair sobre o processo e não sobre o produto final. No entanto, o fluxo nunca estará otimizado sem antes ser especificado o que é “valor” para o cliente e definida a cadeia de valor;
4. **Sistema pull** – Deve-se utilizar o sistema *pull* em vez de *push*. O objetivo deste sistema é produzir exatamente o que o cliente quer, quando o cliente precisa e estar sempre preparado para efetuar eventuais alterações solicitadas pelo cliente. Deste modo é possível evitar a produção desnecessária;
5. **Procura pela perfeição** – Tal só é possível através da procura contínua pela solução ideal e por oportunidades de melhoria a ser implementadas. A perfeição atinge-se através da entrega ao cliente do produto final correspondente às suas expectativas, dentro do prazo acordado, em perfeitas condições, sem erros nem defeitos. Este objetivo tem como base uma comunicação próxima com o cliente bem como entre todos os membros da organização, desde a gestão de topo aos colaboradores do chão de fábrica.

Para além dos princípios *lean*, abordados neste subcapítulo, o modelo *lean* evidencia também que um dos aspetos mais importantes que constituem esta filosofia é a standardização das tarefas. Para isso, os trabalhadores devem utilizar o método mais adequado à execução das suas funções. Esse método deve estar devidamente documentado e deve ser transversal a todos os colaboradores com as mesmas funções, garantindo que determinado processo ocorre de forma normalizada, independentemente do operador envolvido. A normalização de tarefas promove a experiência e o *know-how*, permite avaliar os trabalhadores de forma justa, facilita a identificação de problemas e das suas causas e diminui a variabilidade de falhas no processo permitindo definir objetivos de produção concretos e realistas.

2.2.3 Eliminar desperdícios

O desperdício é tudo o que está acima da quantidade mínima necessária para adicionar valor ao produto, podendo ser materiais, componentes, espaço, tempo, equipamentos e recursos (Womack e Jones, 1996). De acordo com Hicks (2007), para garantir a satisfação dos clientes, é fundamental identificar e eliminar as atividades que não acrescentam valor ao produto final e pelas quais os clientes não desejam pagar. Qualquer atividade que não acrescenta valor ao produto pago pelo cliente é considerada como sendo um desperdício (Ohno, 1998).

De acordo com Taiichi Ohno (1998), cofundador do *Toyota Production System*, a maior parte dos custos em empresas que não utilizam a filosofia *Lean* devem-se a 8 desperdícios, ilustrados na Figura 3:



Figura 3 - Os oito desperdícios da *lean production*, retirado de:
“<https://www.processexcellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-performance/columns/8-wastes-of-lean-manufacturing-in-a-services-conte>”

- **Sobreprodução** – Produzir em quantidade superior à procura. A filosofia *lean* diz que se deve ter um sistema de produção *pull*, isto é, as ordens de produção devem ser baseadas nas encomendas dos clientes. Qualquer tipo de produção além das necessidades dos clientes, quer seja para stock de segurança ou para servir de *buffer*, é considerado um desperdício de matérias primas, mão-de-obra e espaço físico;
- **Tempos de espera** – Engloba todos os tempos de espera por matéria prima, informação, ferramentas, entre outros. Todos os recursos necessários num processo produtivo devem ser entregues de acordo com o conceito JIT (*Just In Time*);

- **Transporte** – A matéria prima e ferramentas devem ser entregues diretamente no local onde vão ser utilizadas e não em armazéns intermédios (POUS – *Point Of Use Storage*);
- **Processos sem valor acrescentado** – Por exemplo, o retrabalho (os produtos deveriam ser bem feitos à primeira) e a inspeção (devem ser aplicadas técnicas de controlo estatístico na produção, de forma a diminuir a necessidade de inspeção final);
- **Excesso de inventário** – Este desperdício está diretamente relacionado com a sobreprodução, na medida em que a produção acima das necessidades dos clientes provoca um aumento de inventário e necessidades de espaço para o seu armazenamento;
- **Defeitos** – Os defeitos que ocorrem na produção são considerados como desperdícios pois são um consumo de materiais, de mão-de-obra, máquinas e energia que não podem ser recuperados. Serão necessários novos gastos da mesma ordem para o retrabalho e, em último caso, surgirão gastos acrescidos para resolver as reclamações que possam surgir oriundas desses defeitos;
- **Excesso de movimentações** – Movimentações desnecessárias provocadas por layout inadequado e métodos de trabalho não existentes;
- **Não aproveitamento dos funcionários** – A maior parte das empresas que não utiliza uma filosofia *Lean* foca-se apenas no aproveitamento físico dos colaboradores do chão de fábrica, desperdiçando os seus *inputs* criativos, fruto da sua experiência na área.

2.3 Ferramentas utilizadas em Produção *Lean*

Para dar início à implementação de *lean production* em qualquer organização, o primeiro passo é estabelecer equipas para resolver problemas em particular. Não obstante, a formação dos trabalhadores sobre métodos utilizados na Gestão da Qualidade Total é um fator chave para o sucesso da sua implementação.

À primeira vista, existem problemas de qualidade cuja solução parece simples, no entanto, na maior parte dos casos tal não se verifica, podendo até originar novos problemas a longo prazo. É por esta razão que o processo de resolução de problemas deve ser composto por uma sequência lógica de etapas seguindo as metodologias de TQM mais adequadas aos problemas em questão, ou seja, é uma abordagem contínua, baseada em factos, que permite identificar diversas causas, analisá-las e eliminá-las progressivamente até à(s) causa(s) raiz, gerando potenciais soluções para a resolução dos problemas. É esta análise contínua, suportada por medições concretas, que torna a TQM uma ferramenta tão poderosa na melhoria da qualidade.

2.3.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é um conceito de gestão utilizado para satisfazer os requisitos da qualidade do cliente utilizando o ciclo: *Plan, Do, Check e Action*.

As fases do ciclo correspondem a:

- *Plan*: quando um problema é detetado num produto ou no seu processo produtivo, deve-se começar por encontrar as causas desse problema. Uma vez que as decisões a tomar têm de ser baseadas em factos é imperativo obter dados concretos para que se possam detetar as causas;
- *Do*: Quando as causas do problema são detetadas, é necessário tomar medidas de melhoria da qualidade. Há uma equipa encarregue de levar a cabo essas medidas de melhoria através da execução de diversas etapas que permitam resolver o problema;

- *Check*: Após concluídas as ações de melhoria deve haver nova recolha de dados e execução de testes experimentais, se necessário, de forma a verificar o sucesso das melhorias implementadas;
- *Action*: Se as etapas seguidas obtiveram os resultados desejados, um novo nível de qualidade deve ser atingido. Caso contrário, é necessário repetir o ciclo PDCA de forma a identificar outras potenciais soluções para a resolução do problema inicial.

2.3.2 Value Stream Mapping (VSM)

O *Value Stream Mapping* é uma ferramenta que permite a representação de fluxos de materiais e de informação, apresentando de forma clara o fluxo desde a matéria prima até ao produto final. Apresenta como principal vantagem a identificação das operações que efetivamente acrescentam valor ao produto e, conseqüentemente, realça os vários desperdícios e falhas no processo (King, 2017).

Segundo Rother (2003), a correta utilização desta ferramenta assenta em quatro etapas:

- Selecionar o produto/família de produtos que se pretende analisar;
- Construir o VSM atual, através do estudo do fluxo de informação e materiais necessário para produzir o produto em questão;
- Construir o VSM futuro, ou seja, mapear o fluxo de informação e materiais pretendido através da eliminação dos desperdícios identificados;
- Implementar melhorias através da elaboração de planos de ações.

2.3.3 Gráfico de Gantt

Os gráficos de Gantt são uma ferramenta muito útil na fase de planeamento das melhorias a implementar. Segundo Wilson (2003), para a elaboração de um gráfico de Gantt tomam-se as seguintes etapas:

1. Dividir o plano de implementação em tarefas;
2. Estimar o tempo de realização de cada tarefa e estipular prazos razoáveis para a sua conclusão;
3. Organizar as tarefas por etapas numa sequência lógica, atribuindo um responsável para cada tarefa;
4. Realizar cada tarefa individualmente, identificando os motivos que causem a paragem de realização de determinada tarefa e as relações de dependência entre tarefas.

Estes gráficos são fáceis de analisar e de construir, e são uma ferramenta poderosa de representação visual utilizada na gestão de projetos (Kumar, 2005). Permitem a rápida identificação de todas as tarefas subjacentes à implementação de um plano de melhorias, permitindo a identificação simples e direta de cada tarefa bem como da sua data inicial, tempo de realização e data de conclusão.

2.3.4 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma ferramenta estatística comum e de fácil utilização, frequentemente utilizada para identificar quais as variáveis/fatores com mais impacto nas organizações (Cervone, 2009). Este diagrama classifica as variáveis por ordem descendente, desde a que apresenta maior frequência de ocorrências até à que apresenta uma menor frequência.

De acordo com o economista italiano Vilfredo Pareto, o diagrama de Pareto ilustra a regra dos 80-20, onde 80% das ocorrências correspondem a 20% das variáveis, denominadas variáveis vitais (Karuppusami e Grandhinathan, 2006).

Num diagrama de Pareto estão representadas as variáveis em consideração sob a forma de um gráfico de barras, classificadas por ordem descendente de ocorrência, em valores absolutos. Sobre este gráfico é traçada uma linha de percentagem acumulada da frequência das ocorrências, permitindo a identificação clara das variáveis mais significativas.

A utilidade do diagrama de Pareto na implementação de melhorias da qualidade evidencia-se na identificação do reduzido número de causas responsáveis por grande parte dos problemas de qualidade.

2.3.5 Diagrama de causa-efeito

O diagrama de causa-efeito, também conhecido por diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta que permite a identificação e análise de potenciais causas de variações nos processos, assim como das interações entre essas causas.

Este diagrama possibilita uma esquematização organizada, visualmente apelativa e de fácil leitura, do problema e das suas potenciais causas, que devem estar organizadas de acordo com a sua natureza, dando origem às “espinhas” do diagrama.

A natureza das causas varia de acordo com o processo em questão. No entanto, de modo geral, podem ser organizadas em seis categorias, também conhecidas pelos 6M, às quais estão associadas as possíveis causas dum determinado problema (Sporer, 2012):

- Mão de obra – representa todas as etapas do processo em que há intervenção humana e consequente possibilidade de erros;
- Método – está relacionado com os métodos utilizados no processo produtivo e a sua aplicabilidade ou inadequação;
- Máquina – reúne todas as tarefas desempenhadas por máquinas, tendo em conta as suas limitações, calibrações, manutenção, entre outros;
- Matéria prima – remete para matéria prima utilizada, expondo, por exemplo, más condições de armazenamento, propriedades físicas inadequadas, entre outros;
- Meio ambiente – fatores ambientais dos quais se pode ou não ter controlo e que podem ter influência no processo produtivo;
- Medição – está relacionado com as medições realizadas para a inspeção dos produtos, com os sistemas de medição utilizados e mesmo com a coerência nas unidades de medição utilizadas ao longo do processo.

Para a elaboração de um diagrama causa-efeito deve-se, em primeiro lugar, definir qual o problema a analisar e desenhar o esqueleto do diagrama. Seguidamente, faz-se um debate de ideias para analisar quais as causas/variáveis que têm influência direta nesse problema (causas de nível 1) e organizá-las segundo os 6M, sendo que cada “M” corresponde a uma “espinha” do diagrama e as causas de nível 1 são ramificações dessa “espinha”. Por fim, identificam-se as causas de nível 2, que são aquelas que afetam as anteriores e assim sucessivamente. Cada um destes níveis vai constituir ramificações do nível que o antecede, como se pode observar na Figura 4.

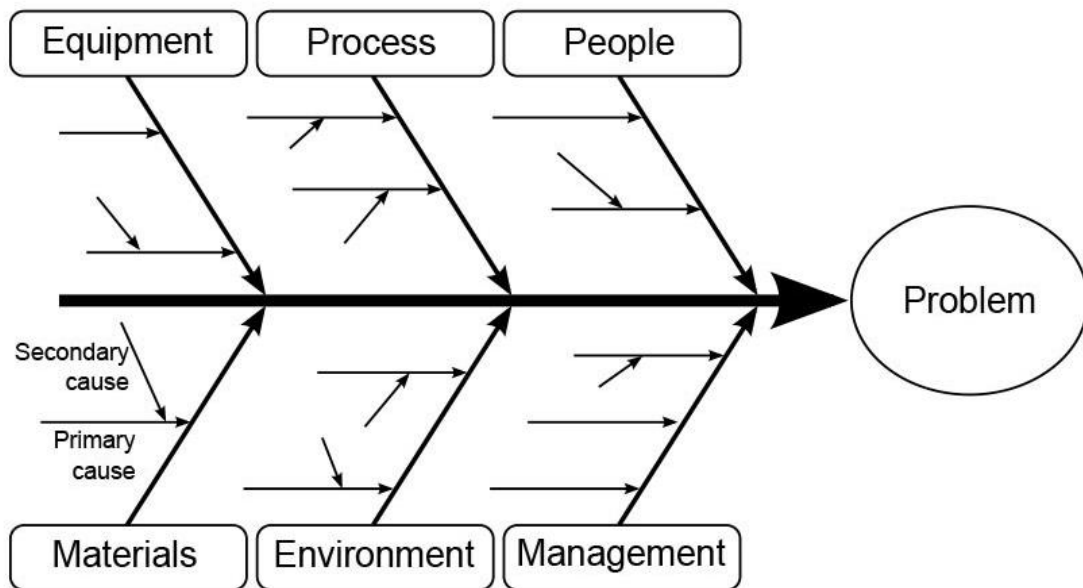


Figura 4 - Diagrama de causa-efeito, adaptado de:
“https://en.wikipedia.org/wiki/Ishikawa_diagram#/media/File:Ishikawa_Fishbone_Diagram.svg”

Segundo Ahmed e Ahmad (2011), a conciliação do diagrama de Pareto com o diagrama de causa-efeito revela-se uma abordagem poderosa à resolução de problemas de qualidade. Em primeiro lugar, uma análise de Pareto permite a organização das variáveis de acordo com a sua importância relativa para o problema em questão. Seguidamente, uma análise de causa-efeito pode ser utilizada para realizar uma análise abrangente e sistemática das potenciais causas raiz (Wilson *et al*, 1993).

2.4 Return on Investment

O *return on investment* (ROI) representa o benefício financeiro recebido através de um investimento. Ou seja, é uma ferramenta que permite medir o retorno comparativamente ao valor investido (Randy Duermyer, 2020).

Segundo Jason Fernando (2020), o ROI é uma medida de desempenho utilizada para avaliar a eficiência de um determinado investimento ou para comparar a eficiência de diversos investimentos. Para Mariana Zamfir *et al* (2016), o *return on investment* é um indicador que permite definir até que ponto é que um determinado negócio pode retirar proveito do uso de capital num certo investimento.

De acordo com Randy Duermyer (2020), para se investir tempo ou dinheiro num negócio é necessário ter um objetivo delineado e uma forma de o medir, para assegurar que é um investimento lucrativo, pelo que o ROI é uma excelente ferramenta de tomada de decisão, uma vez que permite calcular se determinado investimento irá ser benéfico, em termos financeiros, para a empresa. Deste modo, segundo Phillips e Phillips (2006), o ROI é uma poderosa ferramenta de medição que permite responder à seguinte questão: Existe algum retorno financeiro para o investimento num programa, processo, iniciativa ou medida de aumento de produtividade?

O cálculo do ROI faz-se segundo a equação 2.1.:

$$\text{ROI (\%)} = (\text{net return on investment} / \text{initial investment}) \times 100 \quad (2.1)$$

Onde:

Net return on investment, é o retorno líquido do investimento, calculado através da subtração do custo do investimento aos ganhos esperados com o investimento

Initial investment, é o custo do investimento

A principal dificuldade do ROI passa pela imprecisão do cálculo do retorno líquido esperado, uma vez que este é também influenciado por outros fatores que geralmente não são tidos em consideração (Randy Duermyer, 2020). Também apresenta como limitação o facto de apenas se focar no aspeto financeiro do investimento, não considerando a satisfação dos colaboradores, o impacto ambiental, entre outros (Maria Zamfir *et al*, 2016).

3 Situação atual

Este capítulo tem como objetivo a descrição da situação atual da FMT, focando-se no centro de afiamento dos elementos cortantes em PCD.

Inicialmente é apresentado o fluxo produtivo das diferentes famílias de ferramentas. A seguir é exposto o *layout* do CTDT e descrito o seu funcionamento, desde a receção de ferramentas até a sua expedição para o centro seguinte.

Por fim, é relatado todo o processo de recolha e análise de dados que permitiram identificar os principais problemas do centro e as suas implicações.

3.1 Fluxo Produtivo da FMT

Numa primeira fase, foi essencial conhecer a fábrica, os departamentos que a compõem e o fluxo de informação que ocorre entre estes, apresentado no Anexo A. Seguidamente, foi necessário compreender a organização do chão de fábrica, sendo de notar que a produção está dividida em centros produtivos, distinguidos entre si de acordo com as operações que realizam, sendo cada centro composto por diversas máquinas semelhantes entre si, capazes de realizar funções similares.

A cada centro produtivo está atribuído um chefe de equipa, responsável pela organização do trabalho a entrar em máquina e por gerir a sua equipa de forma a que cada centro cumpra o seu objetivo de produção diária. De forma geral, existe uma hierarquia bem definida na FMT em que os membros das equipas respondem diretamente aos respetivos chefes de equipa, que por sua vez respondem à supervisão de produção e, por fim, à direção de operações.

Como referido anteriormente, a FMT fabrica ferramentas para corte de metal customizadas para cada cliente. As principais famílias de produtos desenvolvidas e produzidas na unidade de Metal são brocas, fresas e mandris, constituídos por PCD, PCBN e HM. As rotas de produção percorridas por cada família de ferramentas encontram-se ilustradas no fluxograma apresentado na Figura 5.

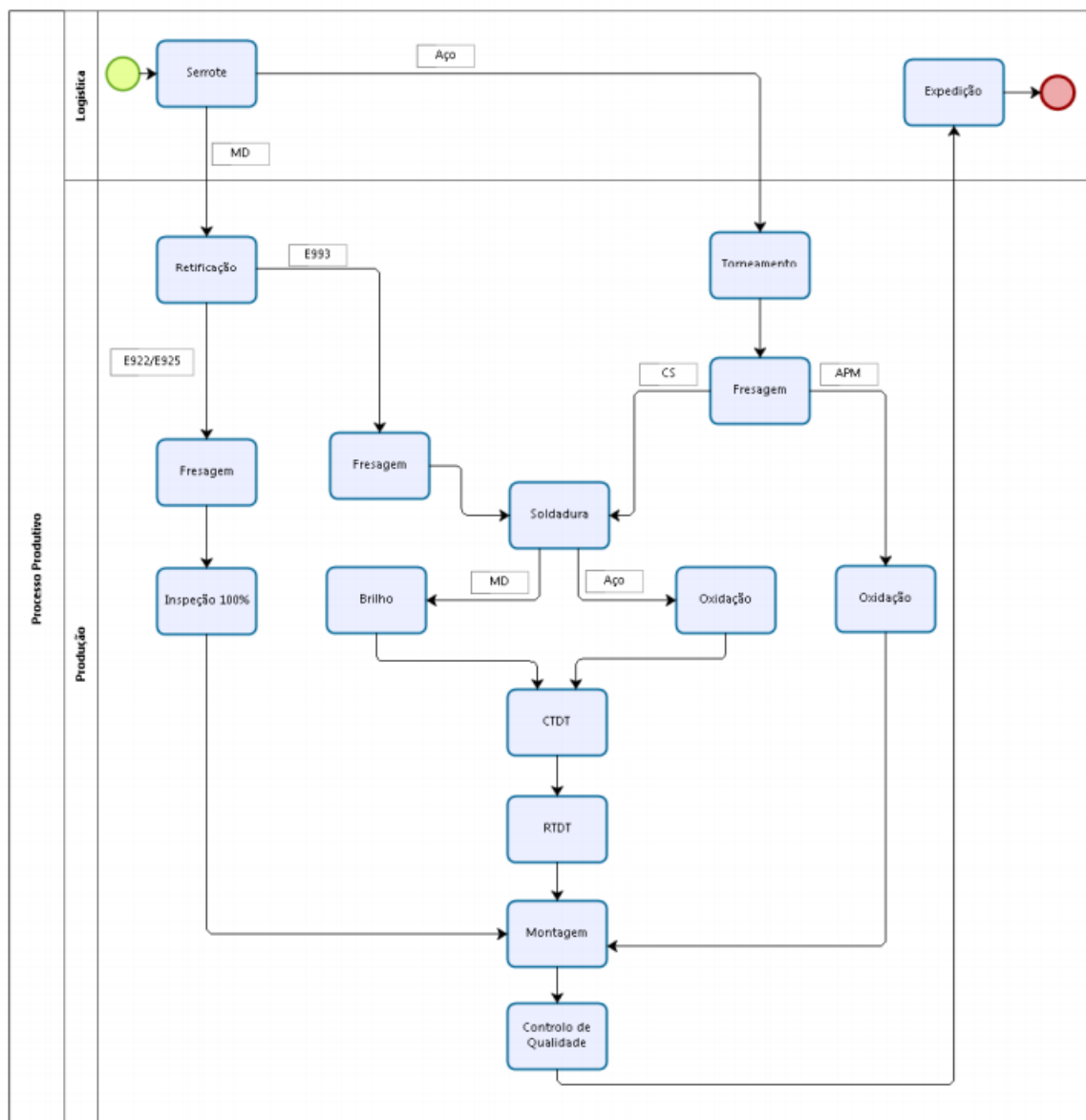


Figura 5 - Fluxo de produção na FMT

3.2 Centro de Afiamento de Diamante

Uma vez compreendido o fluxo produtivo geral da fábrica, o centro de foco do projeto foi o CTDT que, como se pode observar na Figura 5, tem como fornecedor o centro de soldadura e como cliente o centro de retificação do diamante (RTDT), e é responsável pelo corte e afiamento dos elementos cortantes (PCD) das ferramentas.

O CTDT é constituído por três zonas de trabalho diferentes. A primeira zona é composta por quatro máquinas laser alimentadas por um robot externo. A segunda zona é composta por duas máquinas laser também alimentadas por um robot externo. Estas duas zonas de trabalho funcionam de forma automatizada, com os robots a colocarem e retirarem as peças das máquinas, sendo que estas máquinas incluem programas de medição de forma a efetuarem as compensações necessárias para que as ferramentas fiquem em conformidade com as especificações impostas pelos desenhos técnicos. Assim sendo, as máquinas laser necessitam apenas de calibração e limpeza semanais, para garantir o seu correto funcionamento.

A terceira zona de trabalho é composta por cinco máquinas de eletroerosão, que visam o afiamento do PCD por meio de descargas elétricas através de um fio que percorre o perfil do elemento cortante a ser trabalhado. Quatro destas máquinas possuem um robot interno responsável pela alimentação da máquina. A máquina restante, sem robot, é utilizada, maioritariamente, para a realização de retrabalho ou para o afiamento de ferramentas com perfis complexos e tolerâncias muito apertadas em que são necessárias medições constantes e sucessivas repassagens de forma a garantir que a ferramenta se mantém dentro das especificações.

Neste centro existem ainda duas máquinas de medição, uma colocada junto da zona 3 e outra junto da zona 1, e uma zona de preparação de trabalho também junto da zona 1, que é a zona de entrada das ferramentas no centro.

O *layout* do CTDT encontra-se ilustrado na Figura 6, em que a azul está representada a zona 1, a verde a zona 2 e a cor-de-laranja a zona 3.

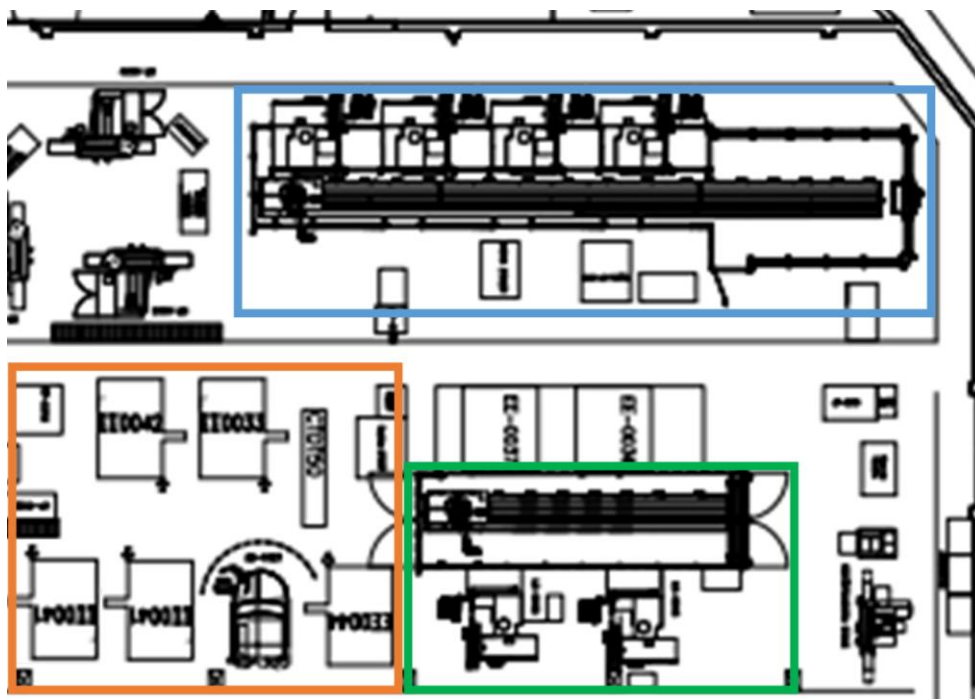


Figura 6 - *Layout* do CTDT

3.2.1 Funcionamento do CTDT

Contrariamente ao resto da fábrica, que opera das 6h às 22h durante os dias úteis e até ao meio-dia no sábado, o centro de afiamento de PCD encontra-se em atividade vinte e quatro horas por dia, seis dias por semana. Tal deve-se ao tempo necessário para o rigor exigido pelas operações efetuadas no CTDT, uma vez que são impostas tolerâncias na ordem de micrómetros na generalidade das ferramentas que atravessam o centro.

Deste modo, os turnos do CTDT estão organizados da seguinte forma:

- Turno A (manhã): composto por uma pessoa, com horário 6h-14h;
- Turno B (central): composto por três pessoas, um operador, um chefe de equipa e um programador, com o horário 8h-17h;
- Turno C (tarde): composto por duas pessoas, com o horário 14h-22h;
- Turno D (noite): composto por uma pessoa, com o horário 22h-6h.

O chefe de equipa tem como principal função, de acordo com as instruções da supervisão, realizar o planeamento da produção, isto é, alocar cada ferramenta a uma máquina específica, de acordo com a disponibilidade das máquinas e as limitações de cada uma relativamente à geometria das ferramentas. Este planeamento tem de ir ao encontro do objetivo de faturação diário do centro, tendo o chefe de equipa que balancear entre ferramentas urgentes e ferramentas com valor.

Por sua vez, o programador é responsável pela execução dos programas de corte tanto para as máquinas laser como para as de eletroerosão, ficando os restantes operadores responsáveis por associar cada programa à respetiva referência de cada ferramenta aquando da sua entrada em máquina.

O trabalho diário dos restantes colaboradores engloba a pré-verificação das ferramentas à entrada do centro, de forma a evitar a propagação de defeitos ao longo do fluxo produtivo, seguidamente fazem a preparação das ferramentas para entrada em máquina, que consiste na limpeza das ferramentas e dos apertos, colocação das ferramentas nos apertos e registo da altura total (ferramenta mais aperto) para colocação desse parâmetro nas máquinas. Quando as ferramentas estão prontas é necessário efetuar medições de modo a confirmar que a ferramenta está em conformidade com o desenho e se pode avançar para o centro seguinte.

Sempre que é detetada alguma não conformidade, ou seja, quando a ferramenta não respeita todas as cotas e tolerâncias especificadas no desenho, o operador que deteta esse erro fica responsável por lançar uma “não conformidade” no sistema, referindo qual foi o erro detetado e qual a possível causa que originou esse erro, bem como, o centro onde se pode ter originado o erro e, se possível, o operador que colocou a ferramenta em máquina e que a mediu.

3.3 Análise da situação atual do CTD

Apesar de estar equipado com máquinas em ótimo estado, com tecnologias recentes, garantias de precisão muito altas e operadores experientes e com um elevado grau de formação para operar tanto as máquinas de fio como as máquinas laser, o centro apresentava um tempo longo no que diz respeito à produção de certas ferramentas. Essa demora, de acordo com a justificação dada pelos colaboradores, era devida à necessidade de retrabalho em algumas ferramentas que “nunca saem bem à primeira”.

A par do problema da necessidade de retrabalho, existia um elevado número de não conformidades imputadas ao centro de afiamento de diamante. Através da pré-verificação das ferramentas à entrada do centro e de uma medição minuciosa após a erosão dos elementos cortantes, é de esperar que a percentagem de defeitos que se propagam ao longo do processo produtivo seja baixa. No entanto, apesar do constante controlo da qualidade, o CTD apresentava, em setembro, uma média mensal de 17% de não conformidades. Este valor elevado tem como consequência um aumento dos custos de matéria prima e recursos, custo de oportunidade e pode ainda provocar atrasos no prazo de entrega dessas ferramentas e das seguintes, que aguardam entrada em máquina, resultando na insatisfação dos clientes e diminuindo o nível de serviço da fábrica.

3.3.1 Necessidade de retrabalho

Dado que os colaboradores afirmaram que certas ferramentas eram trabalhadas nas máquinas mais do que uma vez, iniciou-se uma recolha de dados de ferramentas retrabalhadas, uma vez que este problema era de conhecimento geral da equipa, mas nunca tinha sido devidamente analisado.

Para a recolha dos dados criou-se inicialmente a tabela presente no Anexo B, que foi sendo diariamente preenchida com o apoio de todos os colaboradores do centro. O objetivo desta

tabela passou por quantificar o tempo despendido em retrabalho de forma a perceber qual a eficiência do CTDT.

Tendo em conta que o CTDT esteve em atividade 21 dias durante o mês de novembro, observe-se a Tabela 2, elaborada a partir dos dados recolhidos nesse mês e que representa a percentagem de tempo gasta em retrabalho.

Tabela 2 - Retrabalho no CTDT em novembro

Tempo de trabalho efetivo das máquinas	Tempo despendido em retrabalho	% tempo despendido em retrabalho
137894 min	22063 min	16%

Confirmado que o tempo despendido em retrabalho é cerca de 16% do tempo efetivo de trabalho das máquinas, calculado através do tempo disponível menos o tempo gasto em *setups*, paragens inesperadas das máquinas, limpeza e calibração, pode-se afirmar que existe uma potencial possibilidade de melhoria neste campo.

Deste modo, foi elaborada outra tabela, presente no Anexo C, também preenchida com o apoio de todos os colaboradores do centro, que visa a obtenção de informação mais detalhada para que se possam identificar os motivos que levam a necessidades de retrabalho. Esta tabela pretende a obtenção de informação acerca da referência das ferramentas que necessitam de retrabalho, o motivo de haver retrabalho, ou seja, qual é o defeito que se pretende corrigir, a causa que pode estar na origem desse defeito, e identificar em que máquina a ferramenta foi inicialmente afiada, uma vez que a necessidade de retrabalho só é identificada após as medições, muitas vezes a ferramenta sofre retrabalho numa outra máquina que esteja disponível, de acordo com o planeamento de produção já efetuado. Através da recolha desta informação espera-se identificar um padrão de um ou mais problemas recorrentes.

A informação foi recolhida diariamente desde o início de novembro até ao final de dezembro e apresentada sob a forma de um diagrama de Pareto, ilustrado na Figura 7.

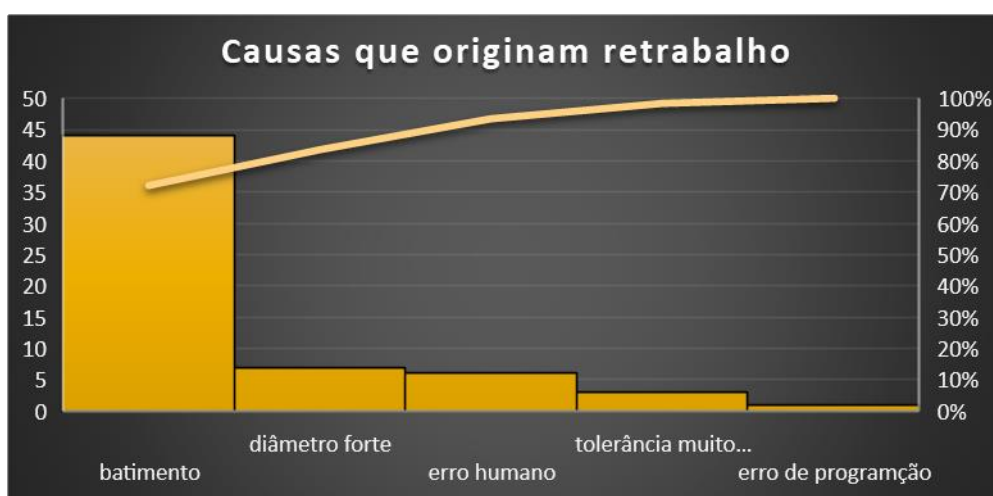


Figura 7 - Diagrama de Pareto das causas de retrabalho

Pela observação do diagrama de Pareto pode-se concluir que a principal causa responsável pela necessidade de retrabalho é a existência de batimento nalgumas ferramentas, representando aproximadamente 72% do total de ferramentas que sofreram retrabalho.

3.3.1.1 Batimento

Para que se possa realizar uma análise de causa-efeito acerca do problema de batimento, é necessário, em primeiro lugar, entender o que é o batimento.

O batimento é definido como um empeno da ferramenta, em que o seu eixo geométrico não coincide com o seu eixo de rotação. A Figura 8 ilustra o batimento exagerado de uma ferramenta. Pode-se também observar que, aquando da existência de batimento, a distância entre cada elemento cortante de PCD e o eixo de rotação da ferramenta apresenta valores diferentes, o que pode causar efeitos indesejáveis tanto para a ferramenta como para a peça a trabalhar no cliente final.

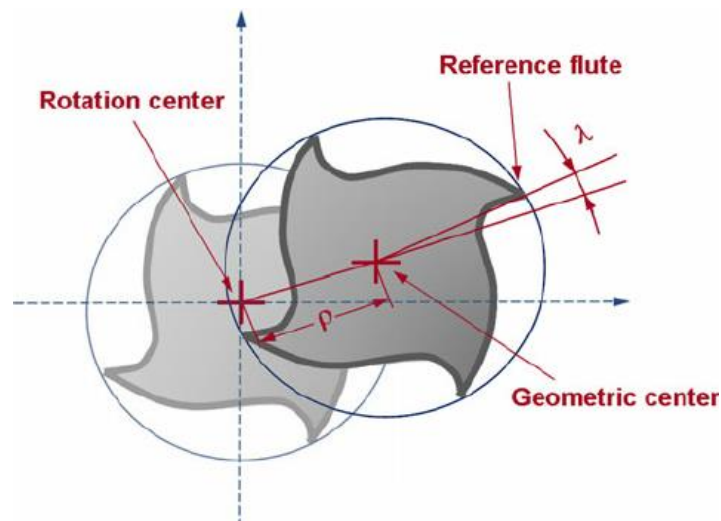


Figura 8 - Exemplo de batimento, retirado de: Diez, E. *et al.* An improved methodology for the experimental evaluation of tool runout in peripheral milling. (2013)

De modo a entender as implicações da existência de batimento, imagine-se uma ferramenta com dois elementos cortantes. A ferramenta pode apresentar um diâmetro dentro das cotas estabelecidas, mas com uma descentralização dos cortantes relativamente ao seu eixo de rotação. Assim sendo, à primeira vista a ferramenta aparenta estar dentro das especificações, no entanto o facto de apresentar um elemento cortante mais saliente do que o outro irá fazer com que apenas esse elemento cortante participe na operação de corte, o que irá causar um maior desgaste desse elemento cortante, resultando numa diminuição do tempo de vida da ferramenta. No caso das brocas, para operações de furação, o batimento pode ter como consequência a execução de um furo mais largo do que o pretendido, apesar do diâmetro nominal da ferramenta estar correto, resultando na insatisfação do cliente devido à inaplicabilidade da ferramenta para a operação pretendida.

3.3.1.2 Análise de causas de batimento

Uma vez que o batimento se revelou como uma causa assinalável no que diz respeito à necessidade de retrabalho, o projeto incidiu maioritariamente na sua análise detalhada, na tentativa de se identificar a sua causa raiz, para a elaboração de potenciais soluções que eliminassem esse problema.

O CTDT apresenta dois tipos distintos de máquinas, as máquinas de eletroerosão e as máquinas laser, que se diferenciam tanto na tecnologia de corte utilizada como na tecnologia de medição das ferramentas. As máquinas de eletroerosão apresentam uma necessidade de medição e ajuste do batimento manual, realizada com a ferramenta em máquina, em que o operador da máquina tem que medir o batimento e ajustar o aperto da ferramenta sucessivamente até obter valores admissíveis, de forma a garantir que o eixo da máquina coincide com o eixo da ferramenta, evitando a criação de batimento. Esta operação é frequentemente denominada de desempenho da ferramenta em máquina.

Por outro lado, as máquinas laser, mais autónomas, possuem uma tecnologia de medição automática do batimento, em que medem o batimento no corpo da ferramenta e, de acordo com o seu diâmetro, comprimento e número de elementos cortantes, fazem as compensações necessárias de forma a garantir valores de batimento na ordem dos três micrómetros.

Deste modo, a abordagem do problema do batimento iniciou-se pela verificação da existência de alguma relação entre o problema e alguma máquina em específico, onde se conclui que, contrariamente ao que se poderia esperar, 64% dos casos de batimento eram provenientes das máquinas laser, como ilustrado no gráfico presente na Figura 9.

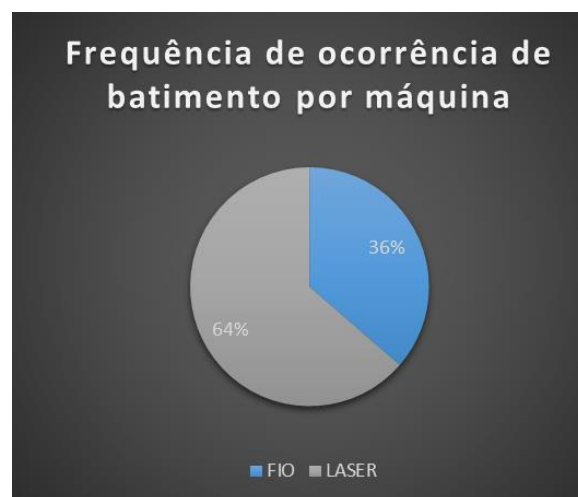


Figura 9 - Ocorrência de batimento por tipo de máquina

O caso mais problemático revelou-se ser das máquinas laser, visto que são responsáveis por dois terços das ocorrências, quando deveriam ser capazes de anular o batimento devido à sua capacidade de medição e compensação autónoma, pelo que a maior parte da análise do projeto incidiu sobre qual a causa raiz e quais as soluções para eliminar este problema.

O passo seguinte passou por fazer um *brainstorm* com toda a equipa do CTDT, aproveitando os seus largos anos de experiência na área, de modo a identificar todas as possíveis causas que possam estar na origem deste problema. Após uma análise minuciosa do problema em questão, chegou-se ao diagrama de causa-efeito apresentado na Figura 10.

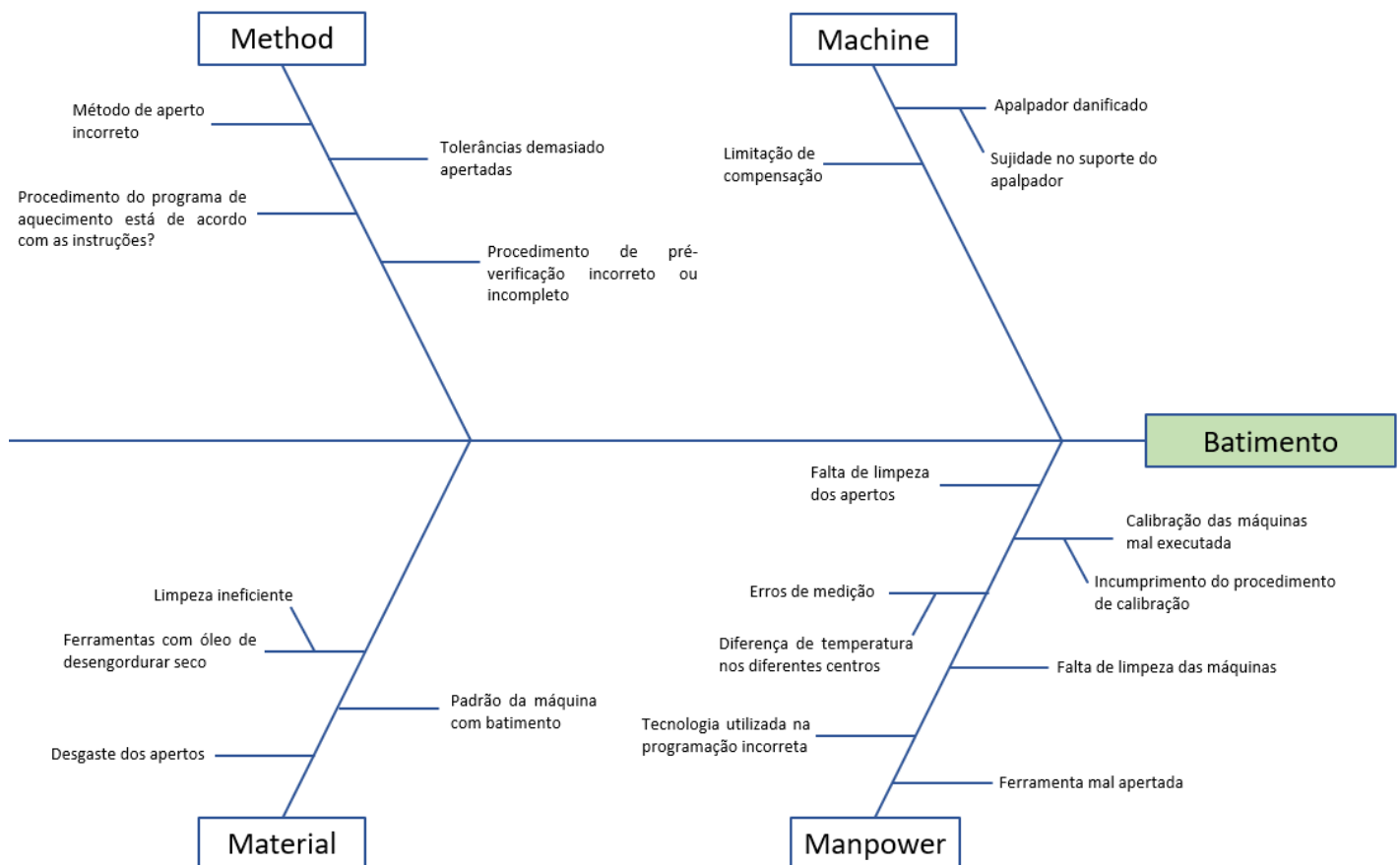


Figura 10 - Diagrama de causa efeito para o problema de batimento

Após identificadas todas as possíveis causas, decorreu uma análise experimental relativa ao peso de cada uma das possíveis causas para o problema de existência de batimento.

De forma a manter uma estrutura organizada e uma sequência de leitura lógica e intuitiva, essa análise será abordada no Capítulo 4, juntamente com os resultados obtidos e as propostas de melhoria.

3.3.2 Não conformidades no CTDT

Como referido anteriormente, o CTDT apresentava um número de não conformidades superior ao esperado. De modo a entender a origem desse problema, à semelhança da análise realizada para o problema de retrabalho, criou-se uma tabela, apresentada no Anexo D, para a recolha de informação detalhada acerca das não conformidades. Os dados recolhidos continham a referência da ferramenta, a respetiva caixa, o motivo de se ter imputado uma não conformidade, a sua possível causa e a máquina em que tinha sido trabalhada a ferramenta.

Após aproximadamente duas semanas, quando já tinha sido recolhida informação sobre vinte e seis ocorrências, foi possível concluir que, apesar de as não conformidades e as suas causas serem maioritariamente distintas, apresentavam semelhanças na sua essência. Por exemplo, casos em que o comprimento da ferramenta ficou inferior à cota mínima devido a uma má colocação da ferramenta no aperto, ou casos em que o perfil do PCD se encontra danificado

devido a mau manuseamento, apesar de serem causas distintas, ambas foram provocadas por erro humano. Deste modo, optou-se por analisar as não conformidades de acordo com os 6M da produção, contrariamente ao realizado no subcapítulo 3.3.1. – Necessidade de retrabalho – em que se organizou a informação de acordo com a respetiva causa.

Ao fim de dois meses de recolha de dados dispunha-se de uma quantidade significativa de informação que permitiu elaborar um diagrama de Pareto que indicava uma influência clara do “erro humano” no elevado número de não conformidades, apresentado na Figura 11. É de notar que no título do diagrama de Pareto apresentado na Figura 11, encontra-se “5M” pois não foi registada nenhuma ocorrência de não conformidade provocada por fatores ambientais.

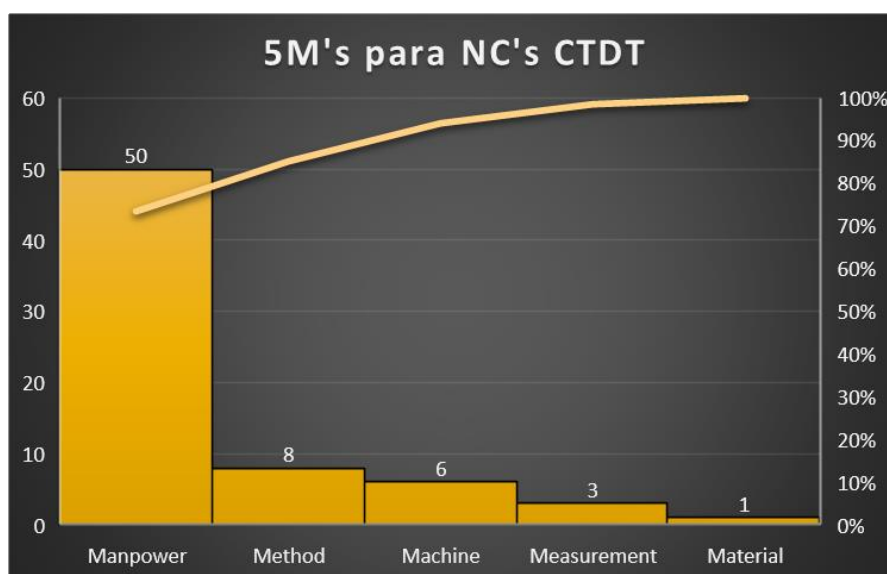


Figura 11 - Diagrama de Pareto para a ocorrência de não conformidades

Através da observação do diagrama, conclui-se que o erro humano foi responsável por 73.5% do total de não conformidades imputadas ao centro de afiamento de PCD. Inferindo os resultados obtidos para a situação geral do centro, pode-se afirmar que mais de 70% das não conformidades do centro têm influência humana, sendo os colaboradores os principais responsáveis pelo desempenho do centro abaixo do pretendido.

Após a obtenção destes valores, foi analisada cada não conformidade que dizia respeito a “manpower” na tentativa de identificar um erro comum. Foi compilada toda a informação relativa a não conformidades geradas por erro humano, organizada de acordo com a sua causa, tendo sido obtidos os resultados apresentados na Figura 12, verificando-se que 26 das 50 ocorrências de não conformidades eram relativas a erros de medição. Ou seja, do total de 68 não conformidades registadas durante o tempo de análise, cerca de 38% foram provocadas por erros de medição do colaborador.



Figura 12 - Não conformidades provocadas pelos colaboradores

É de notar que no diagrama de Pareto da Figura 11 também existem ocorrências de não conformidades classificadas como “*measurement*”. Estes erros de medição distinguem-se dos anteriores devido à sua origem. Isto é, para cada ferramenta é impresso um protocolo de medição, contendo as respetivas cotas medidas e o colaborador que efetuou a medição no CTDT, sendo que no centro de Controlo da Qualidade, localizado no final da linha de produção, cada ferramenta é medida novamente por um controlador e é impresso um novo protocolo de medição. Deste modo, foi comparado cada protocolo de medição realizado pelo CTDT e pelo Controlo da Qualidade, aquando da ocorrência de uma não conformidade, sendo que nos casos em que nos protocolos do CTDT se verificou a inexistência de medição de cotas necessárias ou valores fora das tolerâncias admissíveis, mas que não foram detetados e permitiram a propagação dos defeitos ao longo da linha produtiva foram considerados como erros de medição sob “*manpower*”. As outras três ocorrências de erros de medição colocadas sob “*measurement*” dizem respeito a protocolos impressos pelo CTDT, que se encontravam em conformidade com as especificações do desenho, mas que não coincidiam com as medições efetuadas pelo Controlo da Qualidade, expondo um novo problema cuja análise também será apresentada no Capítulo 4.

3.4 Movimentações dos colaboradores do centro de soldadura

O centro que antecede o CTDT é o centro de soldadura, que por sua vez se encontra subdividido em três centros, de acordo com a natureza das operações que realizam. O primeiro centro é a eletroerosão, onde são realizadas as funções de corte do PCD. O centro seguinte é a soldadura propriamente dita, onde se desenrolam as operações de lavagem e desgorduramento do PCD e das ferramentas, de modo a que não existam impurezas que possam afetar a qualidade da soldadura, a operação de soldadura dos elementos cortantes de PCD ao corpo das ferramentas, seguida de um arrefecimento lento (vermiculite) e decapagem para retirar o excesso de solda. O terceiro, e último centro, é denominado centro de oxidação, onde se realiza a operação de dar brilho à ferramenta no caso de esta ser de metal duro ou a operação de oxidação no caso de ser em aço.

Durante o período de desenvolvimento do projeto focado no CTDT, observou-se que os colaboradores do centro de soldadura utilizavam frequentemente a máquina de pré-verificação

do CTDT para fazerem a verificação do tamanho das folgas entre o PCD e o corpo da ferramenta, de forma a confirmar se estavam dentro das especificações antes de realizar as operações de dar brilho ou oxidação, possibilitando uma correção imediata do problema antes de realizar novas operações sobre a ferramenta.

A utilização desta máquina de medição por parte da equipa de soldadura implica movimentações constantes, de uma distância considerável, durante o dia de trabalho, uma vez que o colaborador tem que se deslocar ao CTDT para fazer a verificação e retornar ao seu centro para fazer as restantes etapas produtivas. No caso da folga não ser admissível tem que se repetir o processo de soldadura, e de novo o processo de verificação.

De modo geral, o processo de verificação de folgas é feito individualmente para cada Ordem de Fabrico, ou seja, o operador desloca-se à máquina de medição presente no CTDT sempre que uma caixa com as respetivas ferramentas seja colocada no *buffer* do centro de oxidação, resultando em inúmeras deslocações.

Dado que a FMT apenas produz ferramentas personalizadas para cada cliente, seguindo um fluxo de produção *pull*, a quantidade de produção diária não é constante, sendo dependente da complexidade geométrica de cada ferramenta, da sua dimensão, do número de elementos cortantes de PCD a soldar e afiar, da quantidade de ferramentas por cada OF, entre outros. Deste modo, o número de deslocações para verificação das folgas varia diariamente, pelo que foi analisado o desperdício de movimentação por OF e não por média diária ou mensal.

A Figura 13 ilustra a distância percorrida pelo operador desde o centro de soldadura, representado a cor de laranja, até à máquina de medição presente no CTDT, representado a azul.

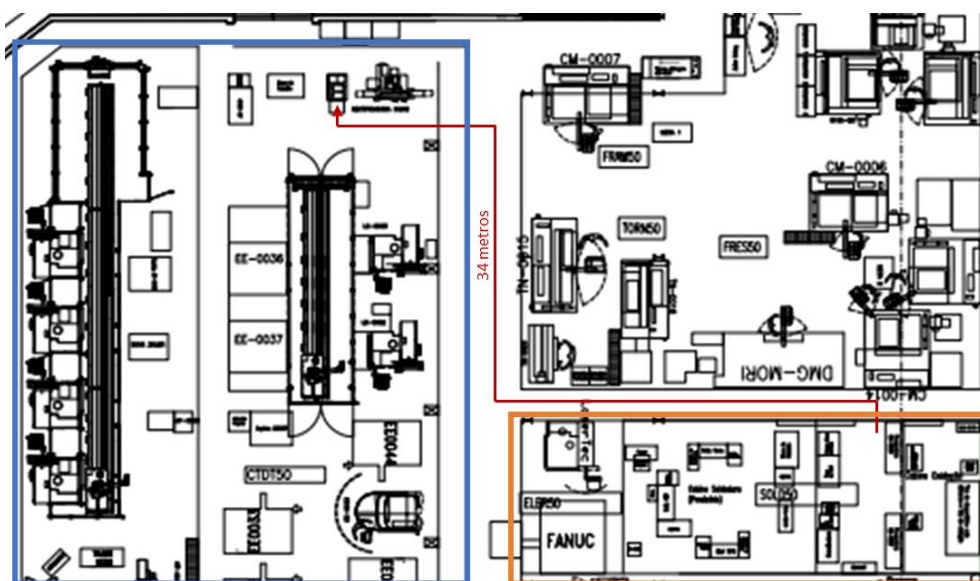


Figura 13 - Distância percorrida desde o centro de soldadura até à máquina de medição presente no CTDT

Pode-se concluir que sempre que o operador necessita de verificar as folgas tem que percorrer 68 metros, o que se traduz em aproximadamente 50 segundos gastos apenas em movimentações.

4 Propostas de melhoria

Ao longo deste capítulo são descritas as análises efetuadas e consequentes propostas de melhoria. Para a diminuição de retrabalho devido à existência de batimento é descrita a análise efetuada, bem como os resultados obtidos e a proposta de melhoria sugerida. É proposta uma solução para a diminuição das não conformidades causadas por erros de medição e é descrita a melhoria implementada para reduzir as movimentações excessivas dos operadores do centro de Soldadura.

4.1 Diminuição de retrabalho

No Capítulo 3, na Tabela 2, está demonstrado que 16% do tempo efetivo de produção é despendido em retrabalho das peças. Sendo que o batimento representa 72% das causas de retrabalho, significa que o retrabalho devido a batimento representa 11,5% do tempo efetivo de produção do CTD.

De modo a identificar a causa raiz foi elaborado um diagrama causa-efeito, ilustrado na Figura 10, em que foram identificadas diversas causas possíveis. De forma a identificar qual o impacto de cada variável para o problema em questão, foram analisadas as diversas variáveis, cujas conclusões estão apresentadas na Tabela 3. É de notar que na coluna “Conclusão”, a possível causa é classificada como “insignificante” caso as análises/testes efetuadas demonstrassem não ter influência na ocorrência de batimento, e ainda nos casos em que demonstram ter influência, como no caso da sujidade dos apertos, mas em que não há ocorrências desses casos (por exemplo, os procedimentos de limpeza dos apertos são sempre cumpridos).

Tabela 3 - Análise das possíveis causas de batimento

<i>Possível causa</i>	<i>Método de análise</i>	<i>Conclusão</i>
Ferramenta mal apertada	Verificação, por amostragem, do aperto de várias ferramentas	Insignificante
Tecnologia utilizada incorreta	Análise do número de ocorrências de batimento de acordo com a tecnologia utilizada	Insignificante
Calibração das máquinas mal-executada	Observação do processo de calibração por parte dos operadores, com verificação do procedimento operativo	Insignificante
Falta de limpeza dos apertos	Análise da influência da limpeza dos apertos nas ocorrências de batimento Verificação, por amostragem, da sujidade presente nos apertos	Tem influência Insignificante
Padrão da máquina com batimento	Medição do batimento do padrão de cada máquina	Insignificante (O batimento máximo encontrado foi de 0,002mm)
Óleo seco no corpo das ferramentas	Verificação, por amostragem, da presença de óleo seco nas ferramentas	Insignificante
Procedimento de pré-verificação incorreto ou incompleto	Foi verificado o cumprimento do procedimento e foram realizados testes de modo a verificar se seria possível reduzir o batimento através da alteração do processo	O procedimento é cumprido, no entanto evidenciava ser incompleto
Procedimento do programa de pré-aquecimento de acordo com as instruções	Análise do tempo de pré-aquecimento das máquinas	Insignificante
Tolerâncias demasiado apertadas	Foram comparadas as tolerâncias de batimento exigidas pelos clientes com o batimento garantido pelas máquinas (de acordo com o fornecedor)	Insignificante
Método de aperto incorreto	Foi analisado se o método de aperto tem influência sobre o batimento	Insignificante
Limitação de compensação	Foram realizados testes de modo a verificar qual a limitação das máquinas laser na compensação do batimento	As máquinas apresentaram limitação de compensação de batimento
Apalpador danificado	Inspeção do apalpador de medição de cada máquina	Insignificante

Através da análise das possíveis causas, concluiu-se que as causas que demonstraram ter um impacto significativo na ocorrência de batimento foram a limitação de compensação de batimento por parte das máquinas laser e, como consequência dessa limitação, o método de pré-verificação e preparação das ferramentas estar incompleto.

4.1.1 Limitação das máquinas laser

Contrariamente ao que se poderia esperar, o maior número de ocorrências de retrabalho devido à existência de batimento fora das tolerâncias admissíveis foi em ferramentas vindas das máquinas laser, máquinas essas que realizam a medição das ferramentas de forma autónoma e efetuam as compensações necessárias, pelo que o número de ocorrências de erros devido a batimento deveria apresentar uma frequência inferior à registada.

A análise acerca da possibilidade dessas máquinas demonstrarem uma limitação na compensação do batimento decorreu da seguinte forma: em primeiro lugar estudou-se o método de medição da máquina, de modo a perceber a sua aplicabilidade às operações realizadas; a seguir foram realizados testes com o objetivo de perceber qual a limitação da máquina e entender quais as possíveis ações a realizar para eliminar ou reduzir ao máximo a ocorrência de batimento em ferramentas vindas destas máquinas.

Assim sendo, começou-se por entrar em contacto com um técnico da marca, que esteve presente na FMT para realizar a manutenção anual das máquinas, de modo a perceber o método de medição e de compensação realizado pelas máquinas laser. A máquina dispõe de um apalpador que efetua a medição do batimento no corpo da ferramenta, junto do aperto, para que, de acordo com o comprimento e diâmetro da ferramenta, efetue uma extrapolação para determinar o valor de batimento nos elementos cortantes da ferramenta, de modo a realizar a respetiva compensação e corrigir esse batimento. Este método de medição pode ser observado na Figura 14.



Figura 14 - Medição de batimento numa máquina laser

Por norma, a maior parte das ferramentas não possui uma forma de acoplamento direto que as permita encaixar nas máquinas para serem trabalhadas, pelo que têm de ser colocadas dentro de um aperto que posteriormente é acoplado ao aperto da máquina. Assim sendo, o batimento medido no corpo da ferramenta é inevitavelmente influenciado pelo aperto em que é colocada, pois em tolerâncias na ordem de micrómetros, um aperto incorreto induz um desvio do eixo da ferramenta relativamente ao eixo do aperto e ao eixo da máquina. Uma vez que o apalpador da máquina mede o batimento no corpo da ferramenta, para efetuar a sua compensação nos elementos cortantes, não tem em consideração o batimento induzido pelo aperto. Ou seja, a ferramenta é colocada no aperto que posteriormente é acoplado à máquina, o apalpador da máquina mede o batimento no corpo da ferramenta, valor que está afetado pelo aperto, calcula qual o valor de batimento nos elementos cortantes, que será tanto maior quanto

maior for o comprimento da ferramenta, e efetua a sua compensação. No final, medindo o batimento dos elementos cortantes com a ferramenta ainda dentro do aperto, pode-se verificar que houve uma redução do batimento face ao valor extrapolado pela máquina, no entanto, após a remoção da ferramenta do aperto e de se fazer a medição do seu batimento real, é possível verificar uma variação do valor de batimento relativamente ao anteriormente medido. Isto deve-se ao facto de o batimento inicialmente medido estar influenciado pelo aperto, não sendo o batimento real da ferramenta.

Dadas as constatações apresentadas no parágrafo anterior, pode-se concluir que a máquina efetua uma compensação do batimento do conjunto ferramenta + aperto, no entanto não tem capacidade de calcular qual a influência do aperto para a medição.

Uma vez que as máquinas laser efetuam a compensação automática de batimento, os procedimentos operativos de pré-verificação e preparação de ferramentas para dar entrada nestas máquinas não incluíam a medição e desempenho da ferramenta dentro do aperto. No entanto, após compreensão do processo de medição e cálculos destas máquinas, surgiu a ideia de que uma medida possível para a redução de batimento seria garantir que o eixo da ferramenta estava alinhado com o eixo do aperto, de modo a reduzir a influência do aperto na medição efetuada pela máquina. Para tal utilizou-se uma máquina de medição, presente no centro seguinte, para realizar esta operação de desempenho, para depois se avaliar os resultados obtidos e verificar a eficácia desta medida.

Deste modo, a análise de verificação da eficácia da compensação de batimento por parte das máquinas laser decorreu da seguinte forma:

1. Colocação das ferramentas dentro dos apertos e medição do batimento no corpo de cada uma;
2. Cálculo da extrapolação do batimento, para identificação do valor de batimento existente nos elementos cortantes (este valor de batimento não pode ser medido pois o PCD ainda se encontra em bruto, pelo que tem de ser extrapolado);
3. Após concluída a operação de afiamento do PCD, executa-se uma medição do batimento nos elementos cortantes, com a ferramenta ainda colocada no aperto, de forma a perceber se houve compensação de batimento relativamente ao valor extrapolado;
4. Medição do batimento real entre os elementos cortantes de PCD, com a ferramenta fora do aperto, de modo a verificar se houve uma compensação do batimento real, quantificar essa compensação e verificar se corresponde às exigências impostas no desenho pelo cliente.

4.1.2 Análise e resultados

Para uma análise concreta e objetiva que abordasse todos os casos possíveis seria necessário realizar diversos testes para cada diâmetro e comprimento de ferramenta, com diversos valores de batimento. No entanto, uma vez que a FMT produz ferramentas personalizadas por encomenda, seguindo um fluxo *pull* desde o cliente, e que tanto as máquinas de medição como as máquinas laser são utilizadas de forma contínua para a medição e produção de ferramentas, não foi possível fazer uma recolha de dados e consequente análise para todos os diâmetros, comprimentos, geometrias e número de elementos cortantes possíveis. Deste modo, todos os testes foram realizados em ferramentas que estavam a ser produzidas, de acordo com a sua urgência e disponibilidade dos colaboradores.

Posto isto, optou-se por encontrar um equilíbrio entre um valor máximo admissível de batimento no corpo da ferramenta, medido com a ferramenta colocada dentro do aperto, antes de esta ser afiada e a probabilidade de esta sair dentro de especificações, sem necessidade de

retrabalho. Para tal, seguindo as etapas enumeradas, foi medido o valor de batimento no corpo das ferramentas, utilizando uma máquina destinada para o efeito, daqui em diante designada por mesa Mapal, presente no centro de retificação cilíndrica de PCD, e foi comparado com o valor real de batimento obtido entre os elementos cortantes, medido com a ferramenta fora do aperto. De modo a analisar diversos casos possíveis foram analisadas ferramentas sem batimento e com batimento exagerado, propositadamente forçado.

Foram recolhidos os seguintes dados relativos ao mês de novembro:

- Tempo de trabalho efetivo das máquinas: 68947 minutos;
- Tempo gasto em retrabalho: 11032 minutos;
- Tempo gasto na produção de ferramentas novas: 57915 minutos;
- Tempo gasto em retrabalho devido a batimento: 7943 minutos;
- Número de ferramentas produzidas nas máquinas laser: 812 ferramentas.

Os resultados dos testes efetuados às várias ferramentas, com diversos diâmetros e diferentes valores de batimento à entrada em máquina, permitiram concluir que 86% das ferramentas que entraram em máquina com um batimento, medido no corpo, igual ou inferior a 0,02 mm saíram bem à primeira, sem necessidade de retrabalho. Enquanto que, para ferramentas que entraram em máquina com um valor de batimento igual ou inferior a 0,015 mm, foi registado que 89% saíram de máquina dentro das especificações.

Os valores obtidos, para ambos os casos, demonstram uma diminuição considerável do número de ferramentas com necessidade de retrabalho devido a batimento, evidenciando que o desempenho de ferramentas antes da sua entrada nas máquinas laser possa ser uma solução para a redução de retrabalho no CTDT. No entanto, uma vez que a mesa Mapal pertence ao centro seguinte, não se torna viável a sua utilização para este fim visto que, como é bastante utilizada, apresenta uma disponibilidade inferior ao necessário, além de implicar inúmeras deslocações até esse centro para efetuar o desempenho das ferramentas. Assim sendo, a solução passaria pela aquisição de uma mesa Mapal para o centro de afiamento de diamante, o que implica a necessidade de investimento.

4.1.3 Análise de investimento

Uma vez que apenas são produzidas ferramentas à medida de cada cliente, o tempo de produção, bem como o preço de cada ferramenta variam consideravelmente, no entanto, por via de necessidade para efetuar os cálculos de retorno sob o investimento, considerou-se uma média do tempo de ciclo de produção de acordo com o tempo de trabalho gasto na produção de ferramentas novas e a quantidade de ferramentas produzidas: $TC = 71,3 \text{ min/ferramenta}$; para estimar o preço de cada ferramenta calculou-se uma média do preço tendo em conta o número de ferramentas produzidas e a faturação do centro: $\text{preço médio} = 239,15 \text{ €/ferramenta}$; O tempo de ciclo de retrabalho foi, em média, 81% do tempo de ciclo de produção de uma ferramenta nova: $TC \text{ retrabalho} = 57,77 \text{ min/ferramenta}$.

Tendo em conta as considerações tomadas anteriormente, pode-se inferir que em novembro 191 ferramentas sofreram retrabalho, sendo que 137 foram devido à existência de batimento, o que demonstra que 16,9% das ferramentas afiadas nas máquinas laser sofrem retrabalho devido a batimento.

O desempenho de ferramentas utilizando a mesa Mapal é tanto mais demorado quanto menor for o batimento admissível, pelo que se fez uma análise ROI, apresentada na Tabela 4, para ambos os casos de forma a perceber a viabilidade do investimento numa mesa Mapal para o CTDT, para que os colaboradores do centro possam inserir a tarefa de desempenho de

ferramentas nos procedimentos operativos de preparação de ferramentas para entrada em máquina.

É necessário ter em consideração que todos os valores calculados têm como base o mês de novembro, inferindo que o tempo de produção, número de ferramentas produzidas, entre outros, são, em média, iguais aos valores apresentados neste mês.

Tabela 4 - Análise de investimento numa mesa Mapal para o CTDT

	Batimento no corpo da ferramenta igual ou inferior a:	
	0,02 mm	0,015 mm
Probabilidade de não sofrer retrabalho devido a batimento	86%	89%
Probabilidade de ter batimento	14%	11%
Nº de ferramentas com batimento (numa amostra de 812 ferramentas)	114	89
Tempo gasto em repassagens devido a batimento em novembro	7912 minutos	7912 minutos
Tempo gasto em repassagens devido a batimento após implementação da melhoria	6565 minutos	5158 minutos
Ganho em tempo de produção	1347 minutos	2754 minutos
Ganho em número de ferramentas produzidas	18,9	38,6
Ganho [€/mês]	4.517,35 €	9.236,16 €
Ganho [€/ano]	54.208, 23 €	110.833, 97 €
Preço mesa Mapal	45.000,00 €	45.000,00 €
ROI anual	20%	146%

Através da observação da Tabela 4, pode-se concluir que apesar de ser necessário desempenar mais ferramentas, uma vez que é provável que existam ferramentas que apresentem valores de batimento entre 0,015 mm e 0,02 mm, e consequentemente despende mais tempo na tarefa de preparação de trabalho, a elaboração de um procedimento operativo que indique que todas as ferramentas devem ser desempenadas, durante a preparação de trabalho, para que entrem em máquina com um valor de batimento, no corpo da ferramenta, igual ou inferior 0,015 mm tem como resultado uma diminuição notável da necessidade de retrabalho no CTDT. Essa diminuição de retrabalho traduz-se num aumento do tempo disponível para produção de novas ferramentas de 2754 minutos/mês, o que se reflete num aumento de 9.236,16€ na faturação mensal do centro de afiamento de PCD.

4.2 Não conformidades imputadas ao CTDT

Como verificado no capítulo anterior, as principais causas de não conformidades imputadas ao centro de afiamento de PCD são os erros de medição executados pelos colaboradores. Após uma análise detalhada das não conformidades provocadas por estes erros de medição

concluiu-se que estes são fruto da distração dos colaboradores, sendo que os principais lapsos encontrados foram a falta de medição de cotas e cotas mal medidas. A par deste problema foram registadas três ocorrências de um outro erro de medição que não estava associado ao erro humano.

4.2.1 Erros de medição dos colaboradores

Assim que uma ferramenta está afiada, antes de ser expedida para o centro seguinte, tem de ser rigorosamente medida. Para tal, o CTDT dispõe de duas máquinas de medição de alta precisão, calibradas três vezes por dia, no início de cada turno, seguindo um procedimento operativo de calibração. As máquinas de medição em questão incluem um software que permite fazer e gravar programas de medição aos quais se pode recorrer em utilizações futuras, de forma a que sempre que entre em produção uma ferramenta que já tenha sido outrora fabricada apenas seja necessário correr o programa já feito, sendo que a medição é automática e o colaborador apenas tem que imprimir o protocolo final e confirmar que está em conformidade com as especificações impostas no desenho.

A principal dificuldade encontrada pelos colaboradores reside no facto do repositório onde são guardados os ficheiros, que contêm os programas de medição, ser demasiado extenso, apresentando várias referências repetidas, em que se realizaram medições diferentes para as mesmas ferramentas. Por exemplo, existem programas de medição que foram criados pela necessidade de medir apenas uma cota numa série de ferramentas em que um certo perfil necessitou de retrabalho porque estava acima da tolerância máxima, pelo que, o operador, com o objetivo de facilitar o seu trabalho, criou um programa de medição e guardou-o com o mesmo nome que o programa original, que mede a ferramenta por completo. Por esta razão, verificou-se alguma falta de confiança em programas de medição anteriormente concebidos, sendo que, muitas vezes, os colaboradores acabam por criar programas de medição novos desnecessariamente, com a possibilidade de cometerem erros de distração.

A proposta de melhoria passou por eleger um elemento experiente do CTDT, responsável pelos programas de medição do centro. Este elemento tem como função fazer a seleção dos programas presentes no repositório, verificando quais estão corretos e quais apresentam erros ou estão incompletos, de forma a eliminar programas duplicados. Uma vez que o centro se encontra em funcionamento contínuo e produz uma grande quantidade de ferramentas, não pode ser apenas o responsável a elaborar novos programas de medição, pelo que se estipulou que, embora qualquer operador qualificado possa elaborar programas, estes têm que ser revistos e aprovados pelo responsável para que possam ser adicionados ao repositório. Determinou-se ainda que todos os programas aprovados pelo responsável do CTDT deveriam ainda ser revistos e aprovados por um elemento do centro de Controlo da Qualidade, de forma a validar a exatidão das medições e a sua conformidade com as medições realizadas no Controlo da Qualidade, uma vez que este centro é equiparado, dentro da fábrica, ao cliente final, sendo os seus colaboradores extremamente experientes e rigorosos nas medições efetuadas.

Com esta ação de melhoria espera-se uma melhor organização do repositório de programas de medição, bem como um aumento da confiança que os colaboradores depositam nesses programas. Espera-se ainda um aumento da eficiência e da eficácia das medições, resultando numa redução considerável do número de erros de medição devido à distração dos colaboradores e consequentemente do número de não conformidades imputadas ao centro de afiamento de PCD. Como resultado, perspetiva-se a diminuição da necessidade de retrabalho e uma redução do consumo de matéria prima e recursos necessários para o retrabalho, aumentando o tempo disponível para a produção de novas ferramentas. A longo prazo, após a reestruturação de um repositório repleto de programas de medição bem elaborados, pretende-

se que haja uma diminuição do tempo despendido na realização de medições, para que os operadores se possam focar na preparação e produção de ferramentas.

4.2.2 Erros de medição devido a variações de temperatura

As outras três ocorrências de erros de medição que não foram incluídas em como sendo erro humano, diziam respeito a erros de medição cujo protocolo estava em conformidade com as especificações, mas que não coincidia com as medições no protocolo apresentado pelo Controlo da Qualidade.

Inicialmente foi colocada a hipótese de que a origem destes erros estava numa calibração mal-executada da máquina de medição, no entanto, tal implicaria um maior número de ocorrências de não conformidades nos dias em que foram registados estes três casos. Assim sendo, analisando os dados recolhidos, verificou-se que todas as ferramentas em questão tinham sido afiadas na mesma máquina e que apresentavam cotas superiores nos protocolos de medição do CTDT quando comparadas com as mesmas cotas expostas no protocolo impresso pelo Controlo da Qualidade. Observou-se também que o corpo dessas ferramentas era de aço, que possui um coeficiente de expansão térmica superior ao metal duro, o que indiciou a existência de um problema na regulação de temperatura por parte dessa máquina de eletroerosão.

Ao contrário das máquinas laser, a operação de afiamento através de eletroerosão implica a utilização de óleo lubrificante que permite manter a temperatura da ferramenta estável, remover o material cortado e proteger a ferramenta contra a oxidação. Conjuntamente com a equipa do CTDT foram realizadas várias medições da temperatura do óleo e das ferramentas ao longo de uma semana e registou-se uma variação considerável dessa temperatura.

Com o auxílio da equipa de manutenção concluiu-se que o problema residia no mau funcionamento do sensor de medição de temperatura do óleo instalado na máquina, pelo que se procedeu à sua substituição, após a qual não foram registadas mais ocorrências do mesmo problema.

4.3 Excesso de movimentações

Relativamente ao excesso de movimentações dos colaboradores do centro de soldadura devido à necessidade de verificação de folgas, começaram por ser equacionadas medidas tendo em vista a racionalização das movimentações para minimizar este desperdício.

Inicialmente pensou-se em alterar o layout, de forma a colocar a máquina de medição junto à entrada do CTDT e, portanto, mais próxima do centro de soldadura. No entanto, esta hipótese foi rapidamente colocada de parte, pois tendo em conta a necessidade da máquina para que os colaboradores do CTDT possam fazer a preparação das ferramentas, verificou-se que apesar da diminuição de movimentações por parte dos colaboradores da equipa de soldadura, a alteração do layout iria provocar um aumento de movimentações por parte dos colaboradores do centro de afiamento de diamante, o que, fazendo um balanço geral, iria resultar num aumento do desperdício relativo ao excesso de movimentações.

A utilização de uma máquina de medição apenas para verificação de folgas não justifica a aquisição de uma máquina nova, pelo que se estudou uma forma de reduzir as deslocações sem recorrer a um investimento deste calibre. Deste modo, juntamente com o departamento de informática, fez-se um levantamento do equipamento inutilizado existente em armazém, em que se identificou a existência de uma câmara outrora utilizada pela equipa da qualidade para observar e registar defeitos em ferramentas reclamadas pelos clientes, pelo que se procedeu à sua instalação no computador do centro de soldadura para testar a sua aplicabilidade à operação em questão.

De modo geral, existem dois tipos de tolerâncias admissíveis para as folgas. Nas ferramentas com topo reto, a folga admissível é de 0,2 mm, enquanto que nas ferramentas com o topo em forma de bico a folga admissível é de 0,05 mm. Posto isto, de acordo com a resolução da câmara instalada e os testes realizados, os colaboradores não conseguem medir com exatidão as folgas de 0,05 mm, porém são capazes de verificar as folgas de 0,2 mm sem dificuldade.

Utilizando apenas a máquina de medição do CTDT, o operador tinha que, após a operação de decapagem das ferramentas, percorrer uma distância de 34 metros, aguardar que a máquina de medição estivesse livre e regressar ao seu centro para realizar as restantes operações, percorrendo um total de 68 metros.

Após a instalação da câmara no centro de soldadura, os colaboradores passaram a poder verificar as folgas no próprio centro, no caso das ferramentas com a folga máxima admissível de 0,2 mm, tendo apenas de percorrer 14 metros no total. Na Figura 15 podem-se observar os dois percursos percorridos pelos colaboradores para realizar essa verificação, a vermelho está ilustrado o percurso até à máquina de medição do CTDT, para folgas admissíveis de 0,05 mm, e a azul o percurso percorrido para utilizar a câmara instalada no computador do centro de soldadura, para folgas admissíveis de 0,2 mm.

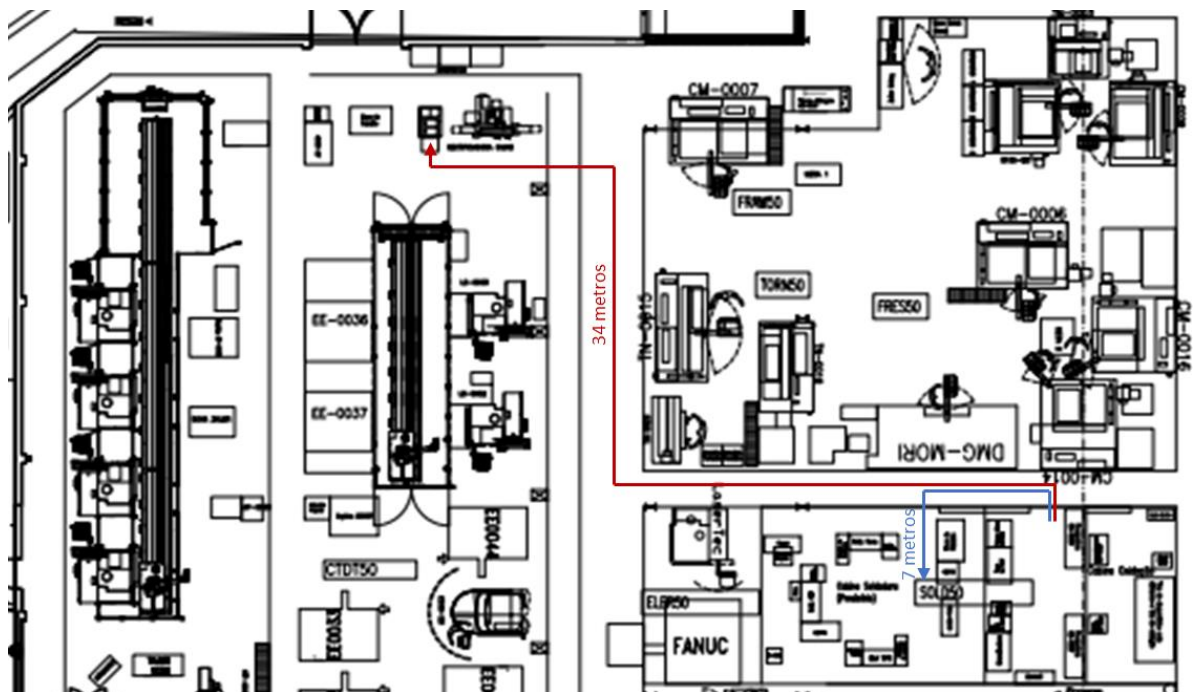


Figura 15 - Distância percorrida pelos operadores do centro de soldadura para verificação de folgas

Tendo em conta que aproximadamente 50% das ferramentas produzidas têm o topo reto, e por consequência, folgas máximas admissíveis de 0,2 mm, pode-se afirmar que houve um decréscimo de 50% no número de deslocações até essa máquina, o que se traduziu numa redução de 39.7% na distância percorrida diariamente pelo operador para verificação de folgas.

5 Conclusão e perspectivas de trabalho futuro

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais relativas ao projeto desenvolvido, analisando o trabalho realizado e o cumprimento dos objetivos. São também apresentadas sugestões de trabalho futuro para a continuação do trabalho desenvolvido, de forma a que se mantenha o foco na melhoria contínua.

5.1 Conclusão

O objetivo deste projeto passava pelo aumento da produtividade do centro de afiamento de PCD, através da implementação de medidas que permitissem diminuir o número de não conformidades e de retrabalho, para que seja possível reduzir a propagação de defeitos ao longo da linha, diminuir os custos de retrabalho, aumentando o tempo disponível para a produção de novas ferramentas, o que resulta num aumento do *output* e permite também diminuir o número de atrasos.

Estas medidas passaram pela análise das principais causas de não conformidades imputadas ao CTDT e elaboração de um plano de ações, na tentativa de as eliminar. Foi também realizada uma melhoria no excesso de movimentações e ainda uma análise, com consequente reformulação dos procedimentos de pré-verificação e de preparação de trabalho, para redução do principal motivo da ocorrência de retrabalho, que representava uma parte considerável dos desperdícios do CTDT.

Procedeu-se à análise e diagnóstico da situação atual através da observação e recolha de informação *in loco*, com o apoio dos colaboradores do centro. Após a recolha de dados foi realizada uma análise crítica, utilizando ferramentas *lean*, como o diagrama de *spaghetti*, de modo a perceber as deslocações realizadas pelos operadores e identificar desperdícios e o diagrama de causa efeito, para discriminar todas as possíveis causas de um certo erro, com o objetivo final de melhorar o indicador de *First Time Through* (FTT) do centro de afiamento de diamante, visando a criação de uma cultura de trabalho que ambicione continuamente atingir o patamar de zero defeitos.

Com a implementação das propostas de melhoria espera-se obter resultados positivos nos aspetos abordados, começando pela redução de movimentações dos colaboradores do centro de soldadura, passando pela diminuição da propagação de defeitos ao longo do processo produtivo e, por fim, espera-se alcançar uma melhoria muito significativa na diminuição de retrabalho no CTDT, aumentando a disponibilidade tanto dos operadores como das máquinas para a produção de novas ferramentas. Esta última melhoria permitirá melhorar alguns dos indicadores de maior peso para a FMT, através do aumento do *output*, da redução dos prazos de entrega e do número de atrasos, bem como um aumento do OEE através da diminuição de produtos defeituosos no centro, que afetam a parcela da qualidade, e da quantidade de retrabalho, que afeta a parcela do desempenho, e ainda um aumento da quantidade de ferramentas que não necessitam de retrabalho.

Por fim, fora do âmbito principal deste projeto, mas incluído na área de melhoria e standardização de processos, foram elaborados cinco instruções de trabalho, sobre operações realizadas diariamente na fábrica, que alertam para erros comuns nessas operações e referem os procedimentos corretos para os evitar, servindo de apoio aos colaboradores e facilitando o processo de aprendizagem de novos trabalhadores.

No final do projeto pode-se afirmar que os objetivos foram alcançados. No entanto, o trabalho desenvolvido não está terminado, uma vez que se trata de um projeto de melhoria contínua, em que se pretende construir e sustentar uma cultura de aperfeiçoamento de processos com base em factos, que só é possível com o envolvimento de toda a organização na exposição e análise de problemas de forma transparente, metódica e sistemática, com uma visão de longo prazo.

5.2 Trabalhos futuros

O projeto desenvolvido foi concluído com a implementação de uma melhoria, a instalação de uma câmara para verificação de folgas no centro de soldadura; a aprovação de uma solução de melhoria, o investimento numa mesa Mapal para desempenar ferramentas na fase de preparação de trabalho no CTDT; e a proposta de uma possibilidade de melhoria que passa pela eleição de um responsável pelos programas de medição do CTDT, garantindo que estão em conformidade com os programas de medição do centro de Controlo da Qualidade, cliente final interno.

Deste modo, relativamente à melhoria já implementada, seria uma mais valia a atualização da câmara para um equipamento mais recente, com uma maior resolução e um poder de ampliação superior ao atual, disponibilizando, ao centro de soldadura, todas as condições, materiais e recursos para que possam realizar as suas funções com qualidade e eficiência, fazendo com que as movimentações por parte dos colaboradores do centro de soldadura até ao CTDT para a verificação de folgas sejam nulas.

No que diz respeito ao retrabalho devido a batimento, a análise ainda não se encontra totalmente concluída. A análise desenvolvida insere-se num projeto de melhoria contínua em que é necessário monitorizar sistematicamente os resultados obtidos através da recolha de dados para que se possam tomar decisões baseadas em factos. A FMT produz uma grande variedade de ferramentas de corte, com as mais diversas geometrias e dimensões, pelo que o método ideal para reduzir ao máximo a existência de batimento em ferramentas, passa pela recolha de dados, de forma contínua, do valor de batimento antes e depois das ferramentas serem maquinadas, de forma a que, ao longo do tempo, se possa construir uma tabela de três entradas, em que, para cada comprimento, diâmetro e número de elementos cortantes, se atribua um limite máximo de batimento da ferramenta antes de entrar em máquina, garantindo que esta estará dentro de especificações após ser afiada.

Por fim, a etapa mais complicada na implementação da proposta de melhoria que visa a diminuição dos erros de medição por parte dos colaboradores é o cumprimento rigoroso das premissas estabelecidas. Uma vez que o repositório é bastante extenso, e que inclui programas de medição para ferramentas que raramente são encomendadas, a análise de cada programa de medição deve ser feita aquando da necessidade da sua utilização, caso contrário iria ser uma tarefa exageradamente longa, sendo que o colaborador é necessário para desempenhar outras funções. Deste modo, é necessário um acompanhamento contínuo do desenvolvimento do projeto, envolvendo e motivando os colaboradores, tanto do CTDT como do Controlo da Qualidade, para que os programas sejam continuamente atualizados e transversais a estes centros.

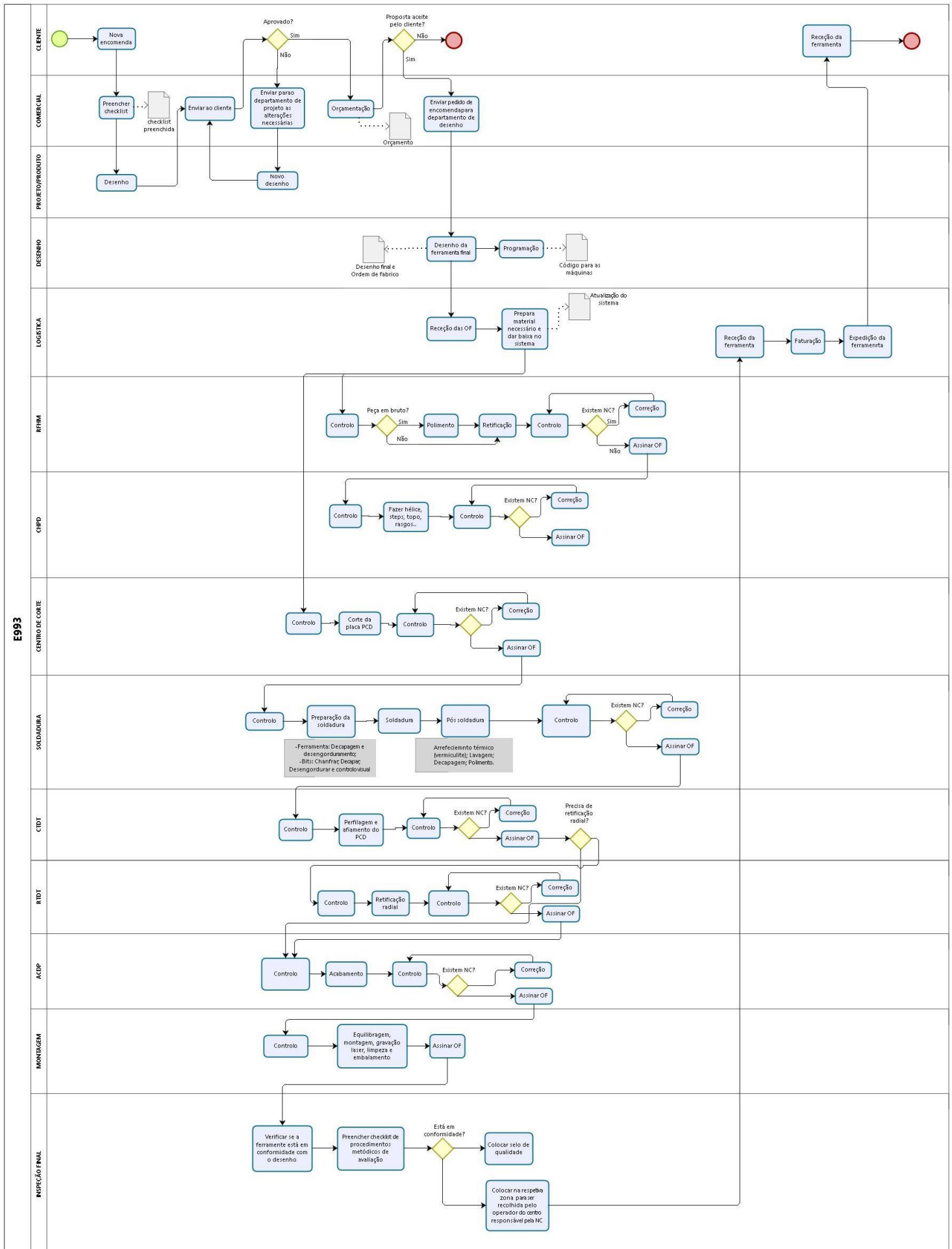
Referências

- Ahmed, M., & Ahmad, N. (2011). An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) for minimizing rejection of raw materials in lamp production process. *Management science and engineering*, 5(3), 87-95.
- Avison, D. E., Lau, F., Myers, M. D., & Nielsen, P. A. (1999). Action research. *Communications of the ACM*, 42(1), 94-97.
- Cervone, H. F. (2009). Applied digital library project management: using Pareto analysis to determine task importance rankings. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*.
- Cornwall, A., & Jewkes, R. (1995). What is participatory research? *Social science & medicine*, 41(12), 1667-1676.
- Coughlan, P., & Coughlan, D. (2002). Action research for operations management. *International journal of operations & production management*.
- Crosby, P. B. (1996). *Quality is still free: making quality certain in uncertain times*. McGraw-Hill Companies.
- Dale, B. G., Van Der Wiele, T., & Van Iwaarden, J. (2007). *Managing quality*. John Wiley & Sons.
- Demirbag, M., Tatoglu, E., Tekinkus, M., & Zaim, S. (2006). An analysis of the relationship between TQM implementation and organizational performance: evidence from Turkish SMEs. *Journal of manufacturing technology management*.
- Diez, E., Perez, H., Guzman, M., & Vizan, A. (2013). An improved methodology for the experimental evaluation of tool runout in peripheral milling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 65(1-4), 283-293.
- Drucker, P. F. (1995). *People and performance: The best of Peter Drucker on management*. Routledge.
- Duermyer, R. (2020, July). What is Return On Investment or ROI? [Blog post]. Retrieved from <https://www.thebalancesmb.com/roi-return-on-investment-1794432>
- Eger, F., Coupek, D., Caputo, D., Colledani, M., Penalva, M., Ortiz, J. A., ... & Kollegger, G. (2018). Zero defect manufacturing strategies for reduction of scrap and inspection effort in multi-stage production systems. *Procedia Cirp*, 67, 368-373.
- Fernando, J. & Mansa, J. (2020, November). Return on Investment (ROI) [Blog post]. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/r/returnoninvestment.asp>
- Ferreira, G. A. C. D. O. (2018). Aplicação do lean em pequenas empresas: um estudo de caso no setor de alimentação fora do lar.
- Gillis, A., & Jackson, W. (2002). *Research for nurses: Methods and interpretation*. FA Davis Company.

- Halpin, J. F. (1966). *Zero defects: a new dimension in quality assurance*. McGraw-Hill.
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International journal of information management*, 27(4), 233-249.
- Karuppusami, G., & Gandhinathan, R. (2006). Pareto analysis of critical success factors of total quality management. *The TQM magazine*.
- King, P. L., & King, J. S. (2017). *Value stream mapping for the process industries: Creating a roadmap for lean transformation*. CRC Press.
- Kumar, P. P. (2005). Effective use of Gantt chart for managing large scale projects. *Cost engineering*, 47(7), 14.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: the case of lean product development. *Academy of management perspectives*, 20(2), 5-20.
- 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.
- Monden, Y. (2011). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. CRC Press.
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action research.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. CRC Press.
- Pampanelli, A. B., Found, P., & Bernardes, A. M. (2014). A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of cleaner production*, 85, 19-30.
- Phillips, P. P., & Phillips, J. J. (2006). *Return on investment (ROI) basics*. American Society for Training and Development.
- Poppendieck, M. (2011). Principles of lean thinking. *IT Management Select*, 18(2011), 1-7.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Sporer, E., & Little, M. A. (2012). Gemba Kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy.
- Wilson, J. M. (2003). Gantt charts: A centenary appreciation. *European Journal of Operational Research*, 149(2), 430-437.
- Wilson, P. F., Dell, L. D., & Anderson, G. F. (1993). *Root cause analysis: A tool for total quality management*. Asq Press.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148-1148.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. Simon and Schuster.
- Zamfir, M., Manea, M. D., & Ionescu, L. (2016). Return on investment—indicator for measuring the profitability of invested capital. *Valahian Journal of Economic Studies*, 7(2), 79-86.
- Zavichi, T. A., Banki, M. T., Vahdatikhaki, F., & Zavichi, T. M. (2010, March). 'Mistake-proofing' a device to manage construction sites more effectively. In *2010 Second International Conference on Engineering System Management and Applications* (pp. 1-7). IEEE.

ANEXO A: Fluxo de produção na FMT

Desenvolvimento de procedimentos operativos para melhoria da produtividade de um centro de trabalho numa unidade de ferramentas de corte



ANEXO B: Folha para anotação de repassagens 1

Desenvolvimento de procedimentos operativos para melhoria da produtividade de um centro de trabalho numa unidade de ferramentas de corte

[illegible]

ANEXO C: Folha para anotação das causas das repassagens

Desenvolvimento de procedimentos operativos para melhoria da produtividade de um centro de trabalho numa unidade de ferramentas de corte

caixa	Referência	Motivo	Causa	6Ms	Máquina anterior	Observações
2619	E991.7145	corrigir frisos	batimento		EE0054	
2802	E991.7145	corrigir frisos	batimento		EE0055	
2485	YR991.7862	corrigir raios	batimento	Method	LS0004	raios cegos
1979	YR991.4284	corrigir raios	batimento	Method	LS0005	raios cegos
2491	YR993.8448	batimento no p	erro humano	Manpower	LS0005	
2134	E993.9252	corrigir frisos	batimento	Method	LS0004	
1717	YR993.9604	corrigir frisos	batimento		EE0052	
2053	E993.9502	operação em fa	erro humano	Manpower	LS0005	falta a operação de fazer o ce
3037	YR991.5114	corrigir raios	formação do raio na máqu	Machine	LS0004	o operador mediu e colocou r
1823	E993.12625	raios fora de es	erro humano	Manpower	LS0006	operador utilizou o High Spee
2372	E993.14128	corrigir raios	batimento	Method	LS0006	
3075	YR991.7145	corrigir micro fr	perfil em hélice		EE0054	
2236	YR991.7145	corrigir micro fr	perfil em hélice		EE0055	
1800	YR993.10852	corrigir frisos	batimento	Method	LS0006	
2710	E993.13052	corrigir friso e t	ferramenta saiu forte		EE0041	
2100	E991.8220	entrepontos	nento com tol. Muito aper	Machine	EE0052	
2232	YR993.0109	corrigir raios	batimento		EE0052	
2328	YR993.0109	corrigir raios	batimento		EE0052	
2035	E993.3066	corrigir step	angulo muito pequeno	Machine	EE0054	
2877	E990.5317	transição entre	uito pequena, o fio não cor	Machine	EE0052	
2727	E993.14114	corrigir raios	ferramenta muito comprida	Machine	EE0044	
2053	E993.9502	corrigir raios	batimento	Method	LS0005	
1966	E991.8252	corrigir raios	batimento	Method	LS0004	
3071	YR993.14193	corrigir raios	batimento	Method	LS0007	
2563	E993.14155	corrigir raios	batimento		EE0054	
2711	E992.9202	corrigir frisos	batimento	Method	LS0004	
1751	E993.12646	corrigir raios	batimento		EE0052	
2858	YR993.5502	corrigir o step	laser tocou no step	Machine	LS0006	
2641	YR993.7166	corrigir frisos	do com friso nas pontas e	Machine	EE0054	pode ter sido um problema de
2993	YR993.8234	corrigir raios	raios cegos		EE0052	pode ter sido ou raios cegos c
3067	YR993.5446	corrigir step	batimento	Method	LS0006	
2644	YR993.3066	corrigir step	batimento		EE0052	
2940	E993.7700	reperfilar	bit partido no topo		EE0054	
2595	E993.11435	fazer topo	fazer topo	Method	EE0041	ferramenta foi afiada entre pr
2221	E993.9320	fazer topo	fazer topo	Method	EE0041	ferramenta foi afiada entre pr
1800	YR993.4295	corrigir raios	metro fora de especificaç	Manpower	LS0006	diâmetro forte - raios cegos
1646	E992.2176	corrigir frisos	conicidade		EE0054	
2061	E993.13834	corrigir diâmetr	erro de medição	Manpower	EE0041	diâmetro interior abaixo da tc
2134	E993.14150	corrigir raios	batimento	Method	LS0005	raio com ressalto devido a ba
1855	E920.2989	corrigir raios	e não está em concordância com o raio		EE0052	
2645	YR993.4944	bit danificado	adora mal calibrada (veloc	Manpower	EE0041	
2161	YR993.13563	corrigir raios	batimento	Method	LS0004	uma ferramenta com batimer
2632	YR993.5446	corrigir raios	batimento	Method	LS0004	uma ferramenta com batimer
1646	E992.2176	corrigir frisos	batimento		EE0052	
2716	E993.14049	corrigir frisos	batimento	Method	LS0005	
2042	E993.11654	corrigir topo	erro de programação	Manpower	EE0054	o programa não tem a 2ª saíd
2460	E990.9752	corrigir raios	metro fora de especificaç	Manpower	LS0007	operador não introduziu os pa
2648	YR991.4927	corrigir raios	batimento	Method	LS0007	
2133	YR991.4927	corrigir raios	batimento	Method	LS0007	
2237	YR993.10859	corrigir frisos	metro fora de especificaç	Method	LS0004	tolerâncias muito apertadas. .
1800	YR993.10103	corrigir frisos	metro fora de especificaç	Method	LS0004	tolerâncias muito apertadas. .
2645	YR993.10108	corrigir frisos	metro fora de especificaç	Method	LS0007	tolerâncias muito apertadas. .
2287	YR993.10852	corrigir frisos	metro fora de especificaç	Method	LS0006	tolerâncias muito apertadas. .
2619	YR993.10152	corrigir frisos	metro fora de especificaç	Method	LS0007	tolerâncias muito apertadas. .
1942	E990.9750	corrigir raios	batimento	Measurement	EE0044	
2202	E991.9885	corrigir raios	os; ferramenta com diâme	Manpower	LS0004	
2949	E991.7573	corrigir raios	batimento	Method	LS0004	
1507	E991.8297	corrigir raios	batimento	Method	LS0004	
2881	YR991.9835	corrigir raios	batimento	Method	LS0005	
3087	YR993.3200	corrigir raios	batimento	Measurement	EE0052	
2799	YR991.3859	HSK100	HSK100	Machine	EE0044	
2353	E993.10934	entrepontos	erramenta muito comprida	Machine	EE0044	
2376	E993.8081	corrigir raios	batimento	Method	LS0007	
2881	YR991.9835	corrigir raios	batimento	Method	LS0005	
2270	E993.9320	corrigir raios	batimento	Manpower	EE0041	
2889	E993.14047	corrigir raios	batimento	Method	EE0041	foi shrinkada depois de ser afi
2353	E993.10934	corrigir raios	batimento	Manpower	EE0044	
2107	YR993.8081	corrigir raios	batimento	Method	LS0005	
1881	E993.10558	corrigir raios	batimento	Method	LS0005	
2389	E993.13523	corrigir raios	batimento	Machine	EE0041	
2878	YR993.11337	bit esmilhado	montagem	Manpower	EE0041	
2367	E993.14298	corrigir raios	batimento	Method	LS0005	
2562	YR993.0109	corrigir raios	metro fora de especificaç	Manpower	EE0054	diâmetro forte - raios cegos
2402	YR993.0109	corrigir raios	metro fora de especificaç	Manpower	EE0054	diâmetro forte - raios cegos
2343	YR993.5446	corrigir raios	batimento	Method	LS0007	
1783	YR993.3066	corrigir raios	batimento	Manpower	EE0054	
2904	E993.14274	NC urgente com	urgência com restantes m	Method	EE0054	
2310	E993.10213	corrigir raios	batimento	Method	LS0004	

ANEXO D: Folha para anotação das não conformidades imputadas ao CTD

Desenvolvimento de procedimentos operativos para melhoria da produtividade de um centro de trabalho numa unidade de ferramentas de corte

Referência	Motivo	Causa	6M's	máquina	Observações
E993.6883	comprimento fora de especificação	introdução de parâmetros incorreta	Manpower		comprimento fraco
E993.6342	corpo fora de especificação	erro ao chamar programa	Manpower		colaborador esqueceu-se de apagar a segunda página de referências da máquina. A máquina mediu e iniciou trabalho
YR993.13051	comprimento fora de especificação	ferramenta mal alinhada	Manpower		comprimento fraco. ao tirar o zero, uma das ferramentas em vez de ser alinhada pela ponta,
YR990.3567	comprimento fora de especificação	ferramenta mal apertada	Manpower		comprimento fraco. operador apertou mal a ferramenta. Esqueceu-se de apertar a ferramenta com o parafuso de aperto (que estava no corpo da outra ferramenta), pelo que a ferramenta afundou no aperto quando estava dentro da máquina
E994.0349	bit derretido	tecnologia errada	Method		erro de programação. o programador utilizou a tecnologia habitual, mas como o bit era demasiado pequeno, a descarga elétrica elevou a temperatura de tal forma que derreteu o bit
E993.12998	bits fora de especificação	tecnologia errada	Method		operador utilizou o High Speed Mode (HSM) para fazer um raio <0,5. Tem que se mudar para Unigrade nesses casos
E990.5317	transição entre o perfil e o raio fora de especificação	perfil com área muito pequena. O fio não conseguiu fazer o ângulo de 2º	Measurement	EE0052	
E990.9672	bit danificado	calibração mal executada	Manpower	LS0007	
E993.9252	frisos fora de especificação	x mal tirado	Manpower		A máquina só começou a retirar material a meio do bit
E990.2081	diâmetro fora de especificação	erro de medição	Manpower	LS0004	ponto mal medido. Colaborador baixou 1 centesima e a ferramenta "morreu"
YR991.4025	batimento	erro de medição	Manpower	LS0007	só foram medidos os cortantes interiores. Podia ser uma repassagem em vez de NC
YR993.13051	topo fora de especificação	máquina não consegue compensar cortantes com muito afastamento	Machine	EE0041	
YR991.6933	diâmetro fora de especificação	erro de medição	Manpower	LS0004	diâmetro forte
E990.9673	bit danificado	bit fraccionados	Method		bits fraccionados por serem muito compridos. Há dificuldade em deixá-los completamente alinhados e são danificados quando afiados
E993.2023	espessura da alma fora de especificação				
E991.8220	batimento	método errado	Method	EE0054	inicialmente foi feita num aperto quando devia ter sido logo entrepontos
E993.4295	bit danificado	manuseamento incorreto	Manpower		
E993.13050	batimento		Method	EE0033	
YR993.13045	cotas fora de especificação	erro na checkagem	Manpower	EE0033	ferramenta com uma cota abaixo da especificação e batimento num chanfro
E993.4387	topo fora de especificação	tolerância muito apertada	Measurement		
YR993.4942	diâmetro fora de especificação	máquina tirou a mais	Machine	LS0005	diâmetro fraco. Supostamente mandou tirar o valor correto, mas a máquina tirou a mais
E990.5476	ferramenta fora de especificação	hidro não apertou	Material	LS0007	ferramenta afundou no hidro, logo foi mal trabalhada e morreu
E993.14133	troca de duas ferramentas idênticas, mas com processos diferentes	erro humano	Manpower		
E993.13614	diâmetro fora de especificação	erro de medição	Manpower		diâmetro forte
9595.0016	diâmetro fora de especificação	apalpador estava danificado e consequentemente mediu mal, 2 ferramentas saíram mais fracas 0,06mm no diâmetro.	Machine	LS0005	diâmetro fraco
E993.3855	batimento	ferramenta foi colocada muito dentro do cone e o apalpador mediu o batimento numa faceta (erro humano)	Manpower	LS0006	
E993.13551	topo fora de especificação	a máquina laser tirou mais fumo do que do outro. Pode também ser um problema de soldadura, porque estas ferramentas têm um rasgo no topo onde é soldado o bit. Se o bit estiver minimamente inclinado, como a máquina só mede o batimento no encabadouro, a inclinação do bit não é compensada, acabando o laser por remover mais material de um dos lados do bit.		LS0006	
YR990.3874	comprimento fora de especificação	introdução de parâmetros incorreta	Manpower	LS0005	
E993.24247	batimento	erro de medição			erro humano - erro ao medir o batimento do padrão
YR993.5446	corrigir step	batimento	Method	LS0006	
E993.13834	diâmetro fora de especificação	perfil com geometria complexa e cotas apertadas em que p.e. A temperatura pode ter influência	Measurement		
E920.2989	transição entre o perfil e o raio fora de especificação	erro de medição	Manpower	EE0052	
E992.2176	bit danificado	erro de programação	Manpower	EE0054	o fio tocou no bit de trás. Erro de programação, o programador devia ter dado saída de topo
E993.12515	diâmetro fora de especificação	erro de medição	Manpower		diâmetro fraco
E920.2176	bit danificado	erro de programação	Manpower	EE0044	o fio tocou no bit de trás.erro de programação, o programador devia ter dado saída de topo
E993.14149	bit danificado	erro de programação	Manpower	LS0007	programa não tinha path radial (não tinha saída), erro de programação
E993.0292	ferramenta danificada	rebitou o fio, provocando defeito no perfil	Machine	EE0052	

ANEXO E: Procedimento operativo para utilização da máquina de lavagem e desengorduramento de ferramentas e PCD antes da soldadura



PO 1
Procedimento operativo da máquina de lavagem LL0022

Rev. 0

18.12.2020

Pág. 1 de 4

1. OBJETIVO E ÂMBITO

O presente relatório tem como objetivo a definição dos passos a cumprir para que qualquer colaborador possa utilizar a máquina de lavagem e desengorduramento de ferramentas.

2. PROCEDIMENTO, ATIVIDADES E RESPONSABILIDADES |

	Etapa	Instrução	Representação visual
Início do dia/ Primeira vez que se liga a máquina	1	Ligar o chiller	
	2	Ligar a máquina no botão principal	
	3	Premir o botão "entrada de água" até a luz se apagar e seguidamente premir "Stop"	

Elaborado | Author: José Mendes

Aprovado | Approved:

Mod: DQ 3.003



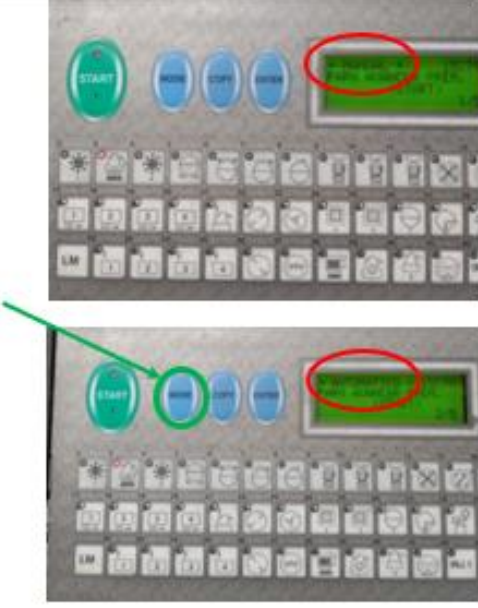
Procedimento operativo da máquina de lavagem LL0022

Rev. 0

PO 1

18.12.2020

Pág. 2 de 4

4	Premir "mode" para colocar a máquina em modo automático	
5	Premir "Start"	
6	Através das setas "up" e "down" escolher o programa 10 (programa de pré-aquecimento) e carregar 3 vezes em "Start" (até se iniciar a contagem decrescente do tempo)	
7	A máquina emite um sinal sonoro quando o programa acaba. Abre-se a porta e colocam-se as ferramentas	

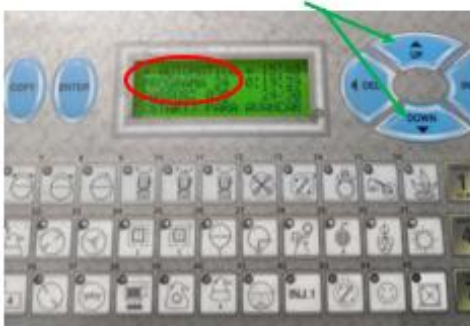


PO 1
Procedimento operativo da máquina de lavagem LL0022

Rev. 0

18.12.2020

Pág. 3 de 4

	Etapa	Instrução	Representação visual
Final de um programa, início do seguinte	8	Aquando das ferramentas colocadas na máquina e fechada a porta, tem que se premir o botão "Stop"	
	9	Através das setas "up" e "down" escolher o programa 24 (programa de lavagem) e carregar 3 vezes em "Start" (até se iniciar a contagem decrescente do tempo)	
	10	A máquina emite um sinal sonoro quando o programa acaba. Abre-se a porta e retiram-se as ferramentas	

Estas intruções servem para caso seja necessário abrir a porta depois do trinco estar ativado

	Etapa	Instrução	Representação visual
Abertura da porta	1	Carregar no botão "Stop" para aceder ao menu inicial	
	2	Premir o botão 45 apenas uma vez e aguardar 3 segundos para que o trinco seja desativado	
	3	A mensagem "OBLO SBLOCCATO!" (porta aberta) aparecerá no ecrã e pode-se abrir a porta	

Elaborado | Author: José Mendes

Aprovado | Approved:

Mod. DQ 3.003

ANEXO F: Procedimento operativo para a devolução de ferramentas que não podem ser reparadas



PO – Devolução de artigos FMT

Rev. 0

05.11.2020

Pág. 1 de 3

1.1 OBJETIVO E ÂMBITO

Este documento tem como objetivo descrever o fluxo de informação e ferramentas desde que chegam ao refurbishment até serem devolvidas ao cliente.

This document aims to describe the information and tools flow since they reach the refurbishment until they are returned to the customer.

1.2 PROCEDIMENTO, ATIVIDADES E RESPONSABILIDADES

O refurbishment recebe as ferramentas para análise

Refurbishment receives the tools for analysis

Após a análise, em caso de devolução, o refurbishment preenche digitalmente um folheto que indica a razão pela qual a ferramenta não pode ser reparada. Esse folheto deve ser em português para o mercado nacional e em inglês para o mercado externo, como se pode observar no seguinte exemplo;

After the analysis, in case of return, the refurbishment digitally fills out a form that indicates the reason why the tool cannot be repaired. This form must be in Portuguese for the national market and in English for the foreign market

Goods being returned
Criteria to reject reconditioning service

FMT
Fixed to Market Tooling

Why can't this tool be reconditioned?

Cracked tool ☒ Reference: W1000-2142 No. of tools: 1	To be changed ☐ Reference: _____ No. of tools: _____	Damaged shank ☐ Reference: _____ No. of tools: _____	Damaged handle ☐ Reference: _____ No. of tools: _____
Lubrication holes obstructed ☐ Reference: _____ No. of tools: _____	Clamping system out of specification ☐ Reference: _____ No. of tools: _____	Damaged accessories ☐ Reference: _____ No. of tools: _____	Damaged thread ☐ Reference: _____ No. of tools: _____
Other ☐ Reference: _____ No. of tools: _____		Customer: FMT ROMENA Order Confirmation: _____ Notes: _____ Reference PO: _____ Tool: W1111000	

LANGERA

Phone: +351 21 50 50 50 50 Fax: +351 21 50 50 50 Email: info@fmatooling.com

FMTZITE group **www.fmatooling.com**

Anexar o folheto de devolução à informação da ordem de reparação (OR) no NARUM

Attach the return order to the repair order (OR) in NARUM

Documentos de verificação :

Inserido em	Descrição	Ficheiro	Enviar com a avaliação	Enviar com o pedido de informação
04-11-2020 12:59	Ficha de Avaliação		☒	☐
04-11-2020 12:59	Documento que acompanhava as ferramentas		☒	☐
► 04-11-2020 12:59	Folha de Devolução		☒	☐
• 04-11-2020 12:59			☐	☐

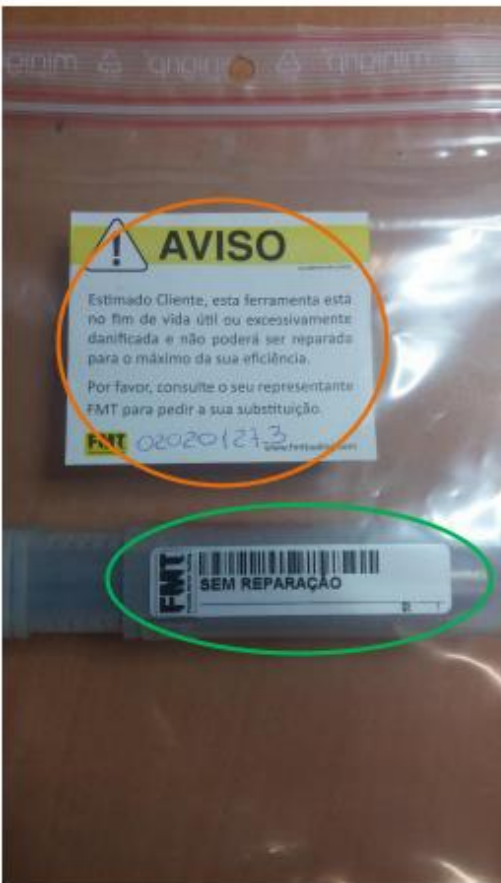


PO – Devolução de artigos FMT

Rev. 0

05.11.2020

Pág. 2 de 3

4	O Customer Service envia a confirmação de encomenda de devolução ao cliente junto com o respetivo folheto de devolução <i>Customer Service sends the return order confirmation to the customer along with the return form</i>		Customer Service
5	O Refurbishment coloca uma etiqueta de impossibilidade de reparação nas respetivas embalagens; Representado a verde na imagem <i>Refurbishment places an impossibility of repair label on the packaging; Represented in green in the image</i> É colocada uma outra etiqueta com o número da encomenda escrito, para informação da logística; Representado a laranja na imagem <i>Another label that contains the order number is placed, to inform the logistic department; Represented in orange in the image</i>		Refurbishment

Rev. 0

05.11.2020

Pág. 3 de 3

Refurbishment

Logística