

# MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO NUMA METALOMECÂNICA

José Pedro Mourão de Carvalho



Mestrado em Engenharia Mecânica, Ramo Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2012



Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica, especialização em Gestão Industrial.

Candidato: José Pedro Mourão de Carvalho, N° 1050889, [10050889@isep.ipp.pt](mailto:10050889@isep.ipp.pt)

Orientação científica: [João Augusto Sousa Bastos, jab@isep.ipp.pt](mailto:João Augusto Sousa Bastos, jab@isep.ipp.pt)

Co-orientador científico: Paulo António da Silva Ávila, [psa@isep.ipp.pt](mailto:psa@isep.ipp.pt)

Empresa: Fernando Jesus Mourão & Cª Lda



Mestrado em Engenharia Mecânica, Ramo Gestão Industrial

Área de Especialização de Melhoria do Processo Produtivo

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

28 de Novembro de 2012

Aos meus Pais, Namorada e Amigos.

## RESUMO

Este projeto foi realizado na Empresa Fernando Jesus Mourão & C<sup>a</sup> Lda, durante o ano de 2012, e teve como objetivo a melhoria do processo produtivo. Esta melhoria assentou na identificação de possíveis pontos de desperdício, no estudo e avaliação de soluções e por fim na definição de propostas de melhoria globais que visem ajustar o fluxo do processo produtivo à procura e simultaneamente minimizar custos operacionais.

De forma a atingir estas metas, foi feito um levantamento exaustivo do processo produtivo e das respetivas operações. Neste estudo, apesar do elevado numero de oportunidades de melhoria, foi possível identificar duas áreas que se revelaram críticas e fundamentais para a introdução da filosofia de melhoria continua na empresa. Estas áreas que são o objeto de estudo desta dissertação são: o corte laser e a organização do pavilhão 3.

Uma vez identificados as áreas críticas, procedeu-se a uma análise e definição das ações de melhoria a empreender de modo a melhorar o fluxo produtivo e a sua organização, e simultaneamente reduzir custos. Na área de corte laser procurou-se implementar a filosofia de produção “*Lean*” nomeadamente através da ferramenta de análise PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), como ferramenta auxiliar do estudo para elaborar um plano de ação, implementar as ações, analisar os resultados e procurar a manutenção dos mesmos. Na intervenção do pavilhão 3 foi usada a técnica dos 5S para organizar e agilizar o funcionamento do mesmo.

Todo o trabalho assenta na filosofia *Lean* e nos seus princípios, tendo-se por isso utilizado as ferramentas específicas *Lean* na concretização das tarefas executadas no seu âmbito.

Para medir os resultados, antes e depois das ações implementadas, foi utilizada o indicador de eficiência (*Overall Equipment Effectiveness*) para o caso do processo de corte laser.

Após a implementação das medidas definidas no processo de corte laser foi possível observar uma melhoria do indicador OEE de cerca de 20 por cento. Por outro lado as melhorias implementadas através da ferramenta dos 5S no pavilhão 3, trouxe ganhos visíveis de aumento de produtividade que beneficiaram o tempo de resposta da empresa.

## ***ABSTRACT***

This project was conducted at the Company F.J. Mourão & C<sup>a</sup>. Lda, during the year 2012, and aimed to improve the respective production process. This improvement was based on the identification of possible points of waste, the study and evaluation of solutions and finally in the definition of proposals to improve globally aimed at adjusting process flow to demand while minimizing operational costs.

In order to achieve these goals, an exhaustive survey was made of the production process and their operations. In this study, despite the high number of opportunities for improvement, it was possible to identify two areas that proved critical and fundamental to the introduction of the philosophy of continuous improvement within the company. These areas that are the subject of this dissertation are: laser cutting and organizing the flag 3.

Once identified critical areas, we proceeded to an analysis and definition of improvement actions to be undertaken in order to improve production flow and organization, and simultaneously reduce costs. In the laser cutting area we sought to implement the philosophy of production “Lean” particularly through the analysis tool PDCA (Plan-Do-Check-Act), as an auxiliary tool in the study to draw up an action plan, implement the actions, analyze the results and seek to maintain them. In the intervention of flag 3 was used the technique of 5S to organize and streamline the operation of it.

All work is based on Lean philosophy and its principles, and it was therefore used specific Lean tools in achieving the tasks performed within their scope.

To measure the results before and after the actions implemented, we used the efficiency indicator (Overall Equipment Effectiveness) for the case of laser cutting process.

After implementing the measures defined in laser cutting process was possible to observe an improvement in the OEE indicator of about 20 percent. On the other hand the improvements implemented through the tool of 5S in Hall 3, brought noticeable gains of increased productivity which benefited the company's response time.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Eng.º João Bastos, orientador da Dissertação no ISEP, demonstro o meu reconhecimento pelo tempo despendido e pela ajuda prestada durante a realização deste projeto.

Agradeço também à Empresa Fernando Jesus Mourão & C.º, LDA e aos colaboradores envolvidos, pela possibilidade dada para realizar um trabalho deste tipo, pela entrega e disponibilidade demonstrada no decorrer do todo este trabalho.

Agradeço também aos meus pais por me proporcionarem todas as condições ao longo do tempo para poder chegar tão longe na minha formação.

À minha namorada e amigos, pela compreensão e apoio dados durante a realização deste projeto.

## ÍNDICE

<b>RESUMO</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>12</b>
<b>ABREVIATURAS</b> .....	<b>14</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>15</b>
1.1 <i>O Projeto/ contextualização</i> .....	16
1.2 <i>Objetivos</i> .....	17
1.3 <i>Metodologia</i> .....	17
1.4 <i>Calendarização</i> .....	18
1.5 <i>Organização do Relatório</i> .....	19
<b>2. Empresa</b> .....	<b>21</b>
2.1 <i>Infraestruturas</i> .....	23
2.1.1 <i>Pavilhão 1</i> .....	24
2.1.2 <i>Pavilhão 2</i> .....	27
2.1.3 <i>Pavilhão 3</i> .....	28
2.1.4 <i>Subsecções dentro dos Pavilhões</i> .....	29
2.2 <i>Produtos</i> .....	32
2.3 <i>Certificação</i> .....	35
<b>3. Revisão Do Estado De Arte</b> .....	<b>37</b>
3.1 <i>A filosofia Lean</i> .....	37
3.1.1 <i>Os 7 Desperdícios (Muda)</i> .....	40
3.2 <i>Toyota Production System</i> .....	42
3.3 <i>Técnicas Utilizadas na Filosofia Lean</i> .....	46
3.3.1 <i>Os três M's</i> .....	47
3.3.2 <i>Método 5S</i> .....	47
3.3.3 <i>Gestão visual</i> .....	50

3.3.4 Kaizen.....	51
3.3.5 Ciclo PDCA.....	52
3.3.6 OEE.....	54
<b>4. Análise Da Situação Atual.....</b>	<b>55</b>
4.1 Descrição do Processo Produtivo.....	56
4.2 Descrição detalhada do processo no Laser.....	61
4.3 Implementação do Estudo na Empresa.....	64
4.3.1 Etapas de Implementação do Estudo.....	65
4.4 Dados Obtidos com o Estudo.....	66
4.4.1 Estudo das Paragens.....	67
4.4.2 Análise das Folhas de Corte.....	70
4.5 Cálculo OEE.....	75
4.6 Análises paralelas ao processo Laser.....	77
4.7 Sumário de problemas/desperdícios identificados.....	78
<b>5. Implementação Das Propostas De Melhorias.....</b>	<b>79</b>
5.1 Implementação das melhorias (Plan).....	79
5.2 Fases de Implementação (Do).....	81
5.3 Análise dos resultados obtidos (Check).....	84
5.3.1 Avaliação da eficácia com o OEE.....	87
5.4 Manter as melhorias Implementadas (Act).....	88
5.5 Organização do Armazém.....	89
<b>6. Conclusão E Perspetivas De Trabalho Futuro.....</b>	<b>99</b>
6.1 Perspetivas de Trabalho Futuro.....	101
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>105</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Metodologia de estudo aplicada no trabalho .....	18
Figura 2 – Organigrama da Empresa .....	22
Figura 3 – Área de Implantação da Empresa F.J.Mourão .....	23
Figura 4 – <i>Layout</i> da Planta Fabril .....	24
Figura 5 – Escritórios .....	25
Figura 6 – Equipamento de corte Laser .....	25
Figura 7 – Equipamento Corte .....	26
Figura 8 – Quinadeira .....	26
Figura 9 – Zona de montagem de Estruturas metálicas .....	27
Figura 10 – Zona de montagem das Estruturas de Alumínio .....	28
Figura 11 – Armazém .....	29
Figura 12 – Punção de Marcação .....	29
Figura 13 – Calandra .....	30
Figura 14 – Zona de Planificação .....	30
Figura 15 – <i>Layout</i> 1 .....	31
Figura 16 – <i>Layout</i> 2 .....	31
Figura 17 – Carrinhos Grua .....	32
Figura 18 – Fundo bordo e Tampa e Travessas .....	33
Figura 19 – Cubas e Fundos .....	33
Figura 20 – Tampa de Alumínio .....	34
Figura 21 – Estrutura Alumínio .....	34
Figura 22 – Relação entre as Atividades, (Adaptado de [3]) .....	39
Figura 23 – Objetivos do TPS .....	43
Figura 24 – Estrutura TPS, (Adaptada de [8]) .....	44
Figura 25 – Impacto do TPS .....	45
Figura 26 – Impacto da filosofia <i>Lean</i> .....	46
Figura 27 – 5S (Adaptado [9]) .....	48
Figura 28 – Relação entre o Kaizen e a filosofia <i>Lean</i> , (Adaptado de [11]) .....	52
Figura 29 – Ciclo Kaizen, (Adaptado de [11]) .....	52
Figura 30 – Ciclo de melhoria continua PDCA, (Adaptado [10]) .....	53
Figura 31 – Diagrama de Processo – Fundo .....	56

Figura 32 – Diagrama do Processo – Carrinho Grua .....	57
Figura 33 – Diagrama do processo – Tampa .....	58
Figura 34 - Folha de Corte Manual .....	59
Figura 35 – Folha de corte na zona da Guilhotina .....	59
Figura 36 – Métodos de Movimentação .....	60
Figura 37 – Etapas do equipamento de corte laser .....	61
Figura 38 – Folha de Corte .....	63
Figura 39 – Folha de Controlo .....	65
Figura 40 – Caixa de controlo .....	66
Figura 41 – Anotação .....	66
Figura 42 – Gráfico Avarias.....	68
Figura 43 – Escala OEE, (Adaptado de [12]) .....	77
Figura 44 - Armazém antes da Intervenção .....	90
Figura 45 – Zona de Sucata.....	90
Figura 46 – Pintura dos Moldes .....	92
Figura 47 – Criação dos Armários de Armazenamento.....	92
Figura 48 – Placas de Identificação.....	93
Figura 49 – Definição da Zona de Material pronto .....	93
Figura 50 – Zona de Armazenamento de Paletes.....	94
Figura 51 – Zona de Sucata.....	94
Figura 52 – Escala de Limpeza para Balneários .....	95
Figura 53 – Zona de Lixo/Reciclagem .....	95
Figura 54 – <i>Layout</i> Armazém .....	96
Figura 55 – Folhas de controlo de Produção.....	97
Figura 56 - Sistema de Armazenamento de Chapa (Adaptado [13]).....	102

**ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1 – Tipo de Implantação .....	23
Tabela 2 – Duração do Estudo .....	67
Tabela 3 – Tipo e duração das paragens .....	68
Tabela 4 – Tempos de troca .....	69
Tabela 5 – Tempos de corte em 22 dias .....	70
Tabela 6 – Tempos de corte em 17 dias .....	71
Tabela 7 – Tempos de corte em 5 dias .....	71
Tabela 8 – Tempo total de paragens nos 22 dias de estudo .....	72
Tabela 9 – Tempo total de paragem da máquina contabilizando as horas extra. 73	
Tabela 10 – Tempo trabalhado em horas extra .....	73
Tabela 11 – Tempo total de trocas de mesa em 5 dias .....	74
Tabela 12 – Corte das diferentes matérias-primas .....	74
Tabela 13 – Formula de Cálculo OEE .....	75
Tabela 14 – Valores obtidos nos 5 dias .....	75
Tabela 15 - Valores do cálculo do OEE .....	76
Tabela 16 – Plano de intervenção.....	80
Tabela 17 – Comparação dos valores obtidos.....	84
Tabela 18 – Paragens na semana 28/5 a 1/6.....	85
Tabela 19 – Valores obtidos.....	87
Tabela 20 - Valores do cálculo do OEE .....	87



## ABREVIATURAS

AICEP – Agencia para o Investimento e Comércio Externo de Portugal

AIMMAP – Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal

APCER – Associação Portuguesa de Certificação

CNC – Controlo Numérico Computorizado

ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade

JIT – *Just In Time*

MTO – *Make to order*

NC – Não conformidade

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PDCA – *Plan, do check and act*

TPS – *Toyota Production System*

VAT – Divergente, Convergente, Estrutura em T

WIP – *Work In Progress*

5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

# 1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação está inserida no Mestrado em Engenharia Mecânica, especialização em Gestão Industrial do Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto.

Durante este trabalho estudou-se o funcionamento do processo produtivo da empresa Fernando Jesus Mourão.

Foram analisados os diversos produtos com que a empresa trabalha, o seu *layout*, bem como o fluxo das diferentes famílias de produtos nos vários postos de trabalho e equipamentos.

Numa segunda fase o estudo focou-se no processo de corte laser e na organização de áreas críticas da empresa. Estas duas áreas foram as que mais se salientaram na primeira análise feita à empresa, bem como na discussão tida com a administração sobre o trabalho a realizar, isto devido principalmente ao potencial de melhoria que era possível introduzir no espaço de tempo disponível para a elaboração da dissertação.

Para suportar este estudo usaram-se técnicas de melhoria de processo, com base na filosofia *Lean* e nas suas ferramentas. Foram utilizadas várias ferramentas ao longo do trabalho como o ciclo PDCA, os 5S, gestão visual entre outras. Ferramentas que permitiram medir e atuar sobre o processo de forma a melhorá-lo.

Este relatório enquadra-se no âmbito da unidade curricular de Tese/Dissertação em Engenharia Mecânica, Ramo Gestão Industrial, e com ele pretende-se explicar o trabalho de estágio curricular do autor desta dissertação que teve como principal objetivo, a melhoria do processo produtivo da empresa metalomecânica F.J. Mourão.

## **1.1 O Projeto/ contextualização**

A Industria Metalomecânica é um dos principais sectores da Industria nacional, representando em 2011, cerca de um terço das exportações da Industria Transformadora Nacional e atingindo um valor global de faturação de 12 mil milhões de euros.

Por ser uma área em franco crescimento e expansão, contrariando muitos outros sectores da indústria Portuguesa, esta deveria ser uma aposta dos empresários. No período mais recente este sector tem apresentado um crescimento sustentado. Tendo-se registado por exemplo em 2011 um aumento de 18% em relação ao valor obtido em 2010, e no presente ano de 2012, no primeiro quadrimestre, já se contabilizou um crescimento de 13,3% face ao mesmo período de 2011.

É também um sector que além de ver aumentadas as suas exportações, diminuiu drasticamente as suas importações, cerca de 20,3%, o que é um dado bastante positivo para a economia nacional.

Em anos de profunda crise, a industria metalomecânica tem contribuído dentro dos possíveis para o país crescer, sendo por isso um dos principais alicerces da economia nacional. Este aumento de exportações e de vitalidade das empresas do sector metalomecânico deve-se também em grande parte ao grande apoio fornecido pela AICEP (Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal) e pela AIMMAP (Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal) às empresas que pretendem expandir os seus mercados.

A empresa F.J. Mourão encontra-se inserida neste sector, exportando os seus artigos, na sua maioria, através dos seus parceiros de negócio, mas também dispõem já de uma fatia significativa da sua faturação afeta à exportação direta.

Este trabalho teve como objetivo o melhoramento do fluxo de fabrico da empresa aliado a redução de custos operacionais, visando torná-la mais competitiva e adaptada ao mercado atual. Pretendeu-se assim eliminar tempos e ações improdutivas do processo.

Para atingir os objetivos propostos o estudo foi realizado em consonância com a administração da empresa, com o departamento de engenharia e com os próprios funcionários. O principal objetivo deste trabalho foi a melhoria contínua do fluxo de fabrico através do envolvimento de todos os intervenientes.

Abordar a empresa no seu todo seria impraticável, devido ao tempo disponível para a realização do trabalho de dissertação. Contudo foi feito um levantamento do processo produtivo no terreno e, juntamente com a administração, chegou-se a um consenso sobre os pontos críticos da intervenção. O estudo ficou por isso restringido ao processo de corte laser e à melhor organização de zonas específicas da empresa nomeadamente o pavilhão 3.

## **1.2 Objetivos**

Os objetivos do trabalho, dado o estudo realizado se enquadrar numa empresa metalomecânica e inserir-se no âmbito da Gestão Industrial, foram os seguintes:

- Melhorar o fluxo produtivo da empresa;
- Reduzir custos de operação;
- Diminuir tempo de resposta aos pedidos dos clientes;

## **1.3 Metodologia**

Este trabalho encontra-se dividido em duas grandes fases, uma que abarcou toda a preparação e recolha de dados da planta fabril feita para o trabalho e outra que envolveu o estudo e a aplicação no terreno das ações e medidas de melhoria a implementar tomar na empresa.

A primeira fase incluiu a revisão bibliográfica que deu suporte teórico ao trabalho. Nesta fase estudaram-se as várias metodologias e ferramentas associadas à filosofia “*Lean*” tentando com estas chegar a um plano de ação. Este plano de ação foi também elaborado de modo a servir de guia para a futura implementação do trabalho na empresa.

Numa segunda fase procedeu-se a implementação prática, na empresa, das medidas de melhoria estudadas. Esta fase dividiu-se nas seguintes etapas (ver Figura 1):

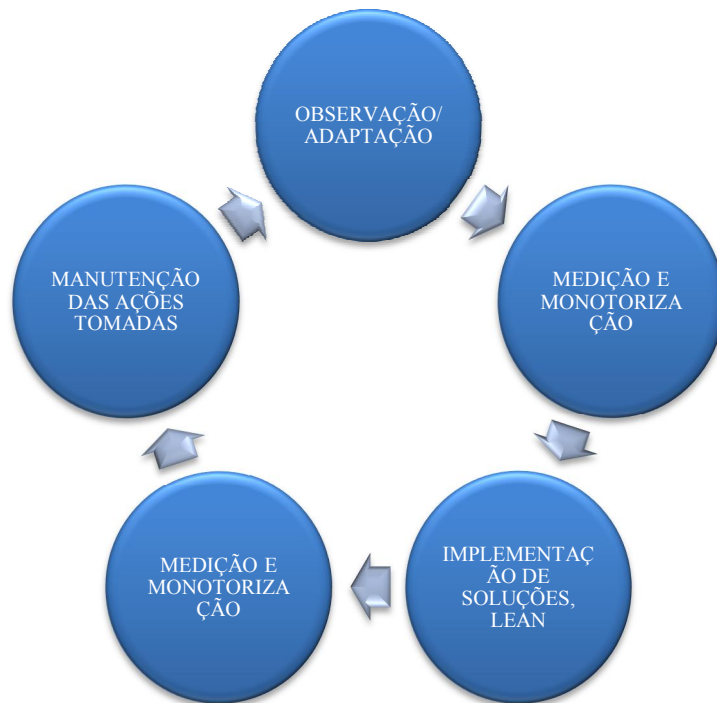


Figura 1 – Metodologia de estudo aplicada no trabalho

- Observação/Adaptação: esta fase teve como objetivo estudar e aprender o funcionamento da empresa e de todos os seus processos;
- Medição e monitorização do processo: nesta fase foram feitas medições e registos que sustentaram o estudo;
- Implementação de soluções *Lean*: depois de analisado o processo foram implementadas as ferramentas *Lean*, nos pontos seleccionados, para corrigi-lo;
- Medição e monitorização do processo: foram feitas novas medições de modo a saber qual o impacto das soluções implementadas no processo produtivo;
- Manutenção das ações tomadas: se os resultados obtidos forem satisfatórios é necessário mantê-los e prolongá-los no tempo.

#### 1.4 Calendarização

Este projeto foi realizado em várias etapas, descritas seguidamente por ordem cronológica:

- Janeiro – Escolha do tema;

- Janeiro a Fevereiro – Estudo do Equipamento Laser;
- Abril a Maio – Análise dos resultados obtidos e elaboração de possíveis ações a tomar;
- Maio a Junho – Reunião com administração e funcionários para aplicar as medidas de melhoria e medição das mesmas.
- Junho a Julho – Análise dos resultados obtidos. Comparação dos resultados obtidos anteriormente com os novos resultados e elaboração do relatório
- Julho a Outubro – Finalização do projeto

## **1.5 Organização do Relatório**

Este relatório encontra-se dividido em 6 partes.

No primeiro capítulo é feita a introdução do trabalho, onde é dado a conhecer o projeto que vai ser realizado, quais os objetivos e resultados esperados. É também apresentada a ordem cronológica das tarefas concretizadas e o modo de organização do presente relatório.

No segundo capítulo é feita a introdução da empresa onde se realizou o trabalho. Fez-se uma descrição de como está organizada, quais os produtos que produz, qual a disposição do seu *layout*, quais os postos de fabrico e equipamentos que possui, bem como o seu organigrama e definição jurídica.

No terceiro capítulo, é feito o levantamento das técnicas e ferramentas mais importantes do *Lean Manufacturing*.

No quarto capítulo é feita a análise e medição do processo produtivo, de modo a identificar os problemas inerentes ao processo. São também apresentados e discutidos os resultados obtidos com o estudo feito.

No quinto capítulo, foi definido e implementado um plano de ações para o processo. O processo foi novamente monitorizado e medido e os dados obtidos foram comparados com os obtidos no capítulo 4.

No sexto capítulo é feita a análise global do trabalho face aos objetivos estipulados. Neste capítulo são também propostas possíveis ações a tomar no futuro com vista ao melhoramento do processo.

É desta maneira que se encontra dividido o trabalho, seguindo uma forma lógica de raciocínio e de encadeamento.

## 2. EMPRESA

Inicialmente a empresa Fernando Jesus Mourão tinha como principal alvo a construção civil, fazendo componentes para ventilação mecânica e revestimentos para telhados em chapa zincada e zinco. Porém, desde o seu início, a empresa na procura da sua sustentabilidade sempre se adaptou ao mercado, nunca tendo parado de evoluir, de crescer e tendo sempre em vista novos projetos e parceiros.

Numa era mais recente, a empresa desligou-se definitivamente do segmento de mercado da construção civil e passou a trabalhar com novos parceiros na construção de novos produtos, tais como, componentes para transformadores, elementos para as carroçarias dos autocarros e elementos estruturais das gruas de elevação.

A empresa F.J. Mourão tem tido um crescimento sólido, sustentável e sempre consciente dos riscos presentes face a um mercado tão volátil e imprevisível como é o da metalomecânica. Nesse sentido a F.J. Mourão tem procurado continuamente a sua integração com o mercado, ao passo que apresenta uma estrutura bastante flexível e facilmente adaptável aos pedidos de todos os seus clientes, procurando desta forma satisfazer cada um destes sempre da melhor forma.

De forma a atingir este patamar de adaptabilidade foi necessário construir e manter um conjunto de colaboradores multifacetados e capazes de assumir diversos papéis dentro da empresa.

Na Figura 2 apresenta-se o organigrama da empresa:

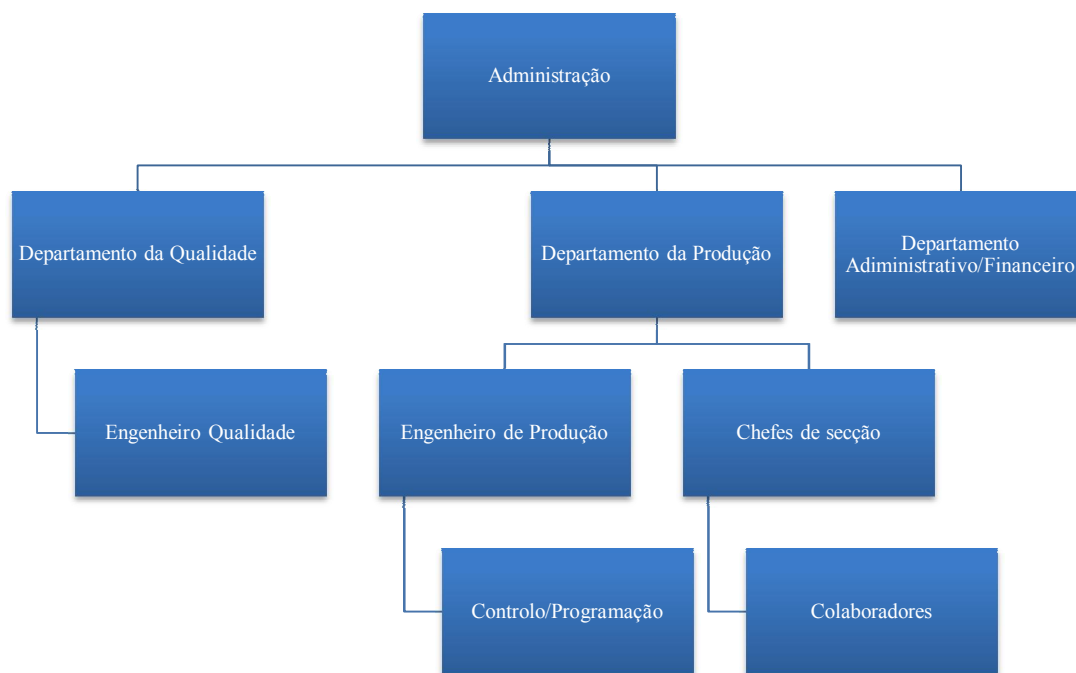


Figura 2 – Organigrama da Empresa

A empresa é constituída numa sociedade por quotas, dividida por dois sócios-gerentes, com um capital social de 37.409,84€.

Depois de analisada a estrutura da empresa e de como esta se situa no mercado atual, foi estudada a sua implantação. A implantação da empresa é definida como oficinas de fabrico, conforme é possível ver na Tabela 1 através da análise dos dados.

<b>Quantidades a produzir</b>	Pequenas Séries ou unitário
<b>Fluxo</b>	Intermitente
<b>Relação com o Cliente</b>	Fabrico por Encomenda
<b>Gamas Operatórias</b>	Diferentes
<b>Variabilidade dos Artigos</b>	Diferenciados
<b>Tipologia da Estrutura dos Produtos (VAT, Divergente, Convergente, Estrutura em T)</b>	A e T
<b>Natureza dos Produtos</b>	Discreta
<b>Caracterização da Procura</b>	Procura Variável

<b>Organização</b>	Flexível
<b>Produção no Espaço</b>	Concentrada

Tabela 1 – Tipo de Implantação

Este tipo de implantação adequa-se a empresas com uma grande diversidade de produtos, pequenas séries, produção por encomenda, procura instável e boa flexibilidade. Sendo que é orientada para uma produção com operações menos sistematizadas, e onde é difícil determinar tempos bem como todas as variáveis envolvidas no processo.

Neste tipo de implantação é de realçar que a mão-de-obra deve ser qualificada, mas ao mesmo tempo flexível sendo capaz de executar diferentes tipos de tarefas, e não exclusivamente as do seu posto específico.

## 2.1 Infraestruturas

A empresa F.J. Mourão situa-se na rua Alto de Barreiros, 1336 – Montezelo – Gondomar. A empresa tem uma área de implantação de 2873 m<sup>2</sup> e uma área coberta de 1288 m<sup>2</sup>. Na Figura 3 é possível ver uma imagem aérea da área de implantação da Empresa, delimitada pelas duas linhas quebradas, a vermelho.



Figura 3 – Área de Implantação da Empresa F.J.Mourão

Como se pode ver na Figura 3 a empresa encontra-se no meio de uma zona habitacional, sendo por isso essencial o cuidado com as questões do ruído e do tratamento dos resíduos.

De modo a melhor compreender o funcionamento da empresa e da sua linha de fabrico foram analisadas e identificadas as suas diferentes secções.

A empresa encontra-se dividida em 3 pavilhões cobertos, que se encontram subdivididos em várias secções, como se pode ver no *layout* apresentado na Figura 4.

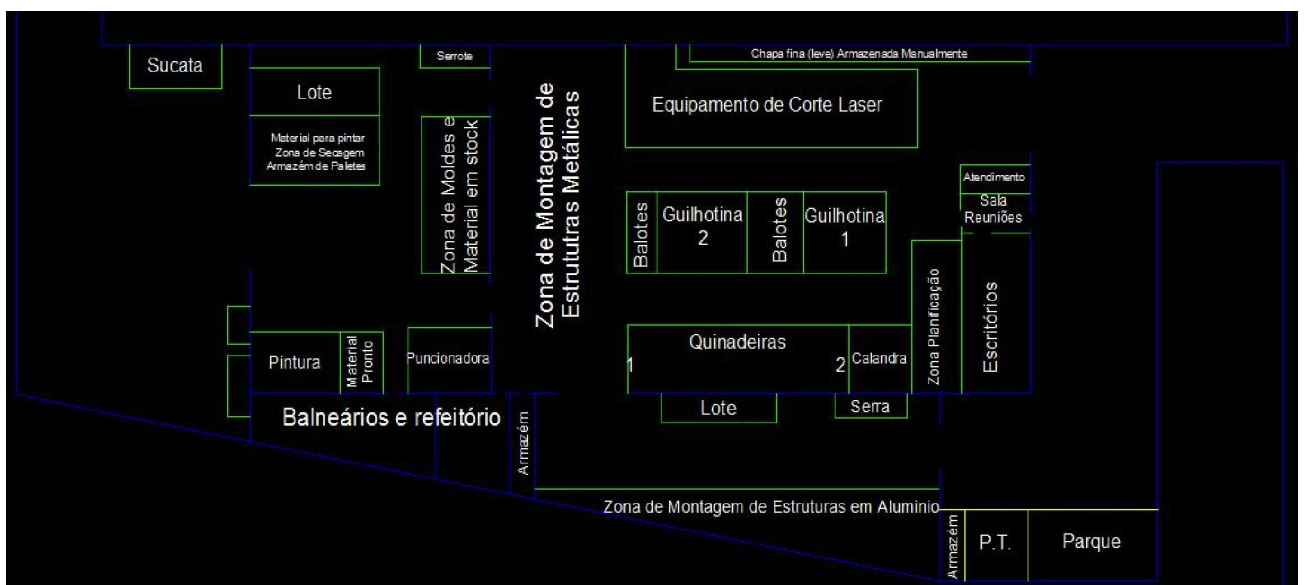


Figura 4 – *Layout* da Planta Fabril

### 2.1.1 Pavilhão 1

Em seguida irão ser descritas as várias secções que fazem parte deste pavilhão.

Na secção dos escritórios (ver Figura 5) é feita toda a parte documental das encomendas, consulta de fornecedores, atendimento de clientes, ou seja, toda a parte administrativa, bem como, a programação do equipamento de corte laser.



**Figura 5 – Escritórios**

Na secção fabril, o equipamento de corte laser (ver Figura 6) é responsável, quase na totalidade, pela operação de corte realizada pela empresa.



**Figura 6 – Equipamento de corte Laser**

A realização da operação de corte por guilhotina (ver Figura 7), neste pavilhão, é realizada em dois equipamentos, um para espessuras até 12 mm em ferro e um outro equipamento que corta chapas até 3 mm. Estes equipamentos são usados para cortar peças simples aligeirando a carga no equipamento de corte laser. Na realidade, estas unidades foram automatizados, através da colocação de um esbarro controlado por um controlo numérico.



**Figura 7 – Equipamento Corte**

Para a quinagem de componentes existem duas unidades de quinagem (ver Figura 8) automatizadas com um esbarro controlado por um comando numérico. Estas são adequadas para a operação de quinagem de todos os componentes no processo produtivo. De referir que existe na carteira de produtos da empresa uma elevada quantidade de componentes que necessitam de pelo menos uma operação de quinagem.



**Figura 8 – Quinadeira**

Soldadura e montagem de estruturas metálicas (ver Figura 9), nesta secção são realizadas todas as operações de soldadura, em ferro ou aço inox, das estruturas e componentes pedidos pelos clientes. São também feitas outras operações como furação de certas peças, abertura de roscas, rebarbagem de peças ou até mesmo pequenos cortes.



**Figura 9 – Zona de montagem de Estruturas metálicas**

As zonas de escritórios, equipamento de corte laser, corte guilhotina, quinagem e montagem de estruturas metálicas, encontram-se todas centralizadas no pavilhão 1. Estes são os postos que incluem um maior encadeamento entre si, permitindo, pela sua proximidade, um elevado fluxo de trabalho bem como de facilidade de comunicação.

Este é o principal pavilhão da empresa, e é o que possui a maior área de implantação, bem como o maior número de postos de trabalho. É neste pavilhão que é feita a receção da matéria-prima bem como o respetivo armazenamento. É também neste pavilhão que se inicia o processo de fabrico com a transformação de matéria-prima através do corte, quinagem e soldadura do material.

### **2.1.2 Pavilhão 2**

O pavilhão 2 encontra-se totalmente dedicado às operações de soldadura e montagem de estruturas em alumínio (ver Figura 10). Nesta secção são soldados todos os componentes em alumínio, mas também são realizadas operações de corte, colagem e furação do material necessário à construção dos produtos finais.



**Figura 10 – Zona de montagem das Estruturas de Alumínio**

O pavilhão 2 possui um serrote para o corte dos perfis, dois aparelhos de soldar totalmente dedicados à solda de materiais à base de alumínio e duas pistolas de aplicação de cola. Na realidade esta secção é totalmente dedicada ao processamento de materiais à base de ligas de alumínio. Esta área não é no entanto totalmente independente do resto das secções da fábrica, pois as operações de corte e quinagem são realizadas no pavilhão 1 e o armazenamento no pavilhão 3.

### **2.1.3 Pavilhão 3**

Este pavilhão encontra-se dividido em várias áreas, nomeadamente (ver Figura 11):

- Armazém de material pronto;
- Armazém de material em fase de transformação;
- Pintura;
- Puncionagem;
- Armazém de ferros, tubos, UPN's e varões. Esta zona tem também um serrote agregado para o corte dos mesmos, sem ter que passar pela zona de produção;
- Armazém de moldes de montagem, diversas ferramentas, paletes e todo o material que é usado nos pavilhões 1 e 2;
- Armazém de expedição – é nesta zona em que o material pronto é carregado e expedido para o cliente.



Figura 11 – Armazém

#### 2.1.4 Subsecções dentro dos Pavilhões

Depois da descrição das secções mais relevantes no processo produtivo da F.J. Mourão, importa referir que no interior do espaço fabril, existem outros equipamentos, ou subsecções, que não foram mencionadas e que são também de grande importância para a empresa e para o seu processo produtivo, como por exemplo:

- Punção de marcação (ver Figura 12);



Figura 12 – Punção de Marcação

Este punção é usado para marcar códigos alfanuméricos, que são fornecidos pelos clientes, nas peças de modo a ser possível a sua rápida identificação por parte do cliente quando expedidas.

- Calandra (ver Figura 13);



**Figura 13 – Calandra**

Este equipamento é um dos mais recentes na empresa, sendo usado para calandrar chapas, estruturas de alumínio e perfis de ferro. Esta máquina foi um investimento importante pois este era um trabalho que obrigava a empresa a recorrer à subcontratação e agora é possível realiza-lo internamente.

- Zona de planificação e corte de borracha (ver Figura 14),



**Figura 14 – Zona de Planificação**

Este posto é onde é realizado o trabalho mais artesanal da empresa, como a planificação manual de determinadas peças, soldadura por pontos, soldadura a estanho, o corte de borracha, bem como a montagem de certos componentes mais pequenos e artesanais.

Este posto ainda contém a matriz inicial da empresa, que passava pela planificação manual de todos os componentes bem como a sua montagem. Nessa altura a empresa operava principalmente em obras fazendo os componentes de ventilação, caleiras, rufos, guieiros entre outros, componentes que ainda residualmente produz na atualidade.

Nas Figuras 15 e 16 é possível ter uma visão periférica do pavilhão 1, onde se podem observar os vários sectores da empresa e a maneira como estes se distribuem no espaço.



**Figura 15 – Layout 1**



**Figura 16 – Layout 2**

## 2.2 Produtos

A empresa tem uma carteira de clientes diversificada. Entre outros trabalha com a Manitowoc na produção de diversos componentes para as gruas; com a Efacec na produção de componentes para transformadores elétricos e com a Salvador Caetano na produção de componentes da estrutura de autocarros. Presentemente estes são os três principais clientes da empresa.

De seguida é feita uma apresentação dos mesmos:

- Para o fabrico das gruas, a empresa produz vários componentes, desde peças pequenas da estrutura da grua, como os próprios carrinhos que se deslocam na lança da grua, como se pode ver na Figura 17.



Figura 17 – Carrinhos Grua

- A empresa produz também vários componentes para o sector da energia elétrica. Componentes como as travessas (ver Figura 18) que servem para fixar as bobinas, o Fundo-Bordo-Tampa e as Cubas de Poste (ver Figura 19) que são posteriormente bobinadas, cheias de óleo e colocadas nas subestações elétricas para modificar a tensão da corrente elétrica.



Figura 18 – Fundo bordo e Tampa e Travessas



Figura 19 – Cubas e Fundos

- A F.J. Mourão participa também na produção de componentes para autocarros, tais como, as tampas exteriores (ver Figura 20), as estruturas das próprias tampas (ver Figura 21), bem como os mais variados componentes que constituem o seu interior como apoios de bancos, aros das portas. Ou seja, grande parte das estruturas metálicas de pequena dimensão.



**Figura 20 – Tampa de Alumínio**



**Figura 21 – Estrutura Alumínio**

Estas são presentemente, os três grandes ramos de atividade da empresa. Como se trata de áreas totalmente distintas, requerem vários tipos de matérias-primas, tais como o ferro, aço-inox e o alumínio em várias espessuras.

Esta diversidade dá origem a uma grande variedade de produtos e matérias-primas em movimentação. O fluxo de produção depende das encomendas que se encontram em processamento, exigindo uma boa documentação e rastreabilidade do processo de fabrico de cada produto.

É também essencial ter uma boa arrumação da matéria-prima, pois os balotes de chapa ocupam muito espaço e existem sempre em muita quantidade e em vários tipos de

espessuras e material, sendo por isso necessário adequar a acomodação dos balotes de acordo com os consumos dos mesmos.

### **2.3 Certificação**

Face às crescentes exigências do mercado em termos de qualidade a empresa F.J. Mourão certificou-se na área da Qualidade recorrendo aos serviços da APCER.

A certificação foi concretizada somente na área da gestão da qualidade segundo a norma ISO9000-2000 (ver Anexo F), no ano 2007. Desde essa altura passou a seguir adequadamente as regras de revalidação a que está sujeita. Tendo sido já realizada recentemente a atualização, na primeira revalidação, para a norma ISO9001-2008.

Todos os anos é feita uma auditoria pela APCER à empresa, e de três em três anos é realizada uma auditoria para renovar a certificação. Este esforço de certificação não foi somente importante para a própria empresa que evoluiu e melhorou significativamente, mas também, pela segurança transmitida aos seus clientes.

Todos os soldadores da empresa são também certificados pelo ISQ (Instituto de Soldadura e Qualidade) (ver Anexo G), uns em ferro outros em alumínio e alguns nas duas áreas.

Na secção de montagem de estruturas em alumínio todos os colaboradores são certificados pela Sika (ver Anexo I) no processo de colagem das tampas dos autocarros.

Na secção de pintura, o colaborador é certificado pela CIN (ver Anexo H), no processo de pintura com tintas desta marca.



## 3. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE

Neste capítulo é feita uma abordagem teórica ao conceito *Lean Management* bem como aos métodos, técnicas e ferramentas utilizadas por esta filosofia.

“Uma organização *Lean* caracteriza-se pelo seu esforço em continuamente identificar e eliminar todas as fontes de desperdício (*muda*), enquanto cria valor para todos os seus *stakeholders*. Nestas organizações, o trabalho em equipa é um requisito e as suas pessoas contribuem voluntariamente com as suas ideias e sugestões no sentido da melhoria continua.” Pinto J.P. [1]

### 3.1 A filosofia *Lean*

Num mercado cada vez mais concorrencial e em constante mudança existem vários aspetos nos quais uma empresa pode evoluir e apostar, como compra de equipamentos, contratar mais operários, mudar o tipo de produtos. Sendo que todos estes pontos representam aspetos positivos de evolução, mas que nem sempre representam o caminho mais correto, considerando a conjuntura atual.

A filosofia *Lean* é cada vez mais utilizada pelas empresas, pois permite a estas, evoluir e melhorar a utilização dos seus recursos sem grandes investimentos, reduzindo custos; conseguindo fazer muito mais com os recursos que dispõem.

Os objetivos da filosofia *Lean* focam-se na qualidade e flexibilidade do processo produtivo, tendo por base uma melhor utilização dos recursos produtivos, eliminando desperdícios e diminuindo o custo do processo. Tornar as empresas flexíveis e facilmente adaptáveis, são características muito importantes face a um mercado instável e em constante mudança, a fim de manter o aumento de satisfação do cliente.

*“The nature of lean environment demands a leadership approach that implements a search for leaness throughout the organization. Vision, culture, and strategy are integrated, says Womack, into customer service with high quality, low cost, and short delivery times. The concept of Lean environment requires taking an aggressive management approach to finding ways of improving performance. It involves the entire work force (...)”* Meyers, F. e Stewart, J. [2].

“A natureza do ambiente Lean exige uma aproximação da liderança que implemente a procura do pensamento Lean por toda a organização. Segundo Womack a visão, cultura, e estratégia estão integrados com o atendimento ao cliente com alta qualidade, baixo custo e tempos de entrega curtos. O conceito do ambiente Lean exige uma abordagem agressiva da gestão para encontrar maneiras de melhorar a performance. Envolvendo todos os colaboradores (...)”.

Numa empresa existem três tipos de atividades que podem ser identificadas:

- Atividades que acrescentam valor;
- Atividades que não acrescentam valor mas são necessárias;
- Atividades que não acrescentam valor e não são necessárias.

Estas atividades encontram-se relacionadas como se pode observar na Figura 22.

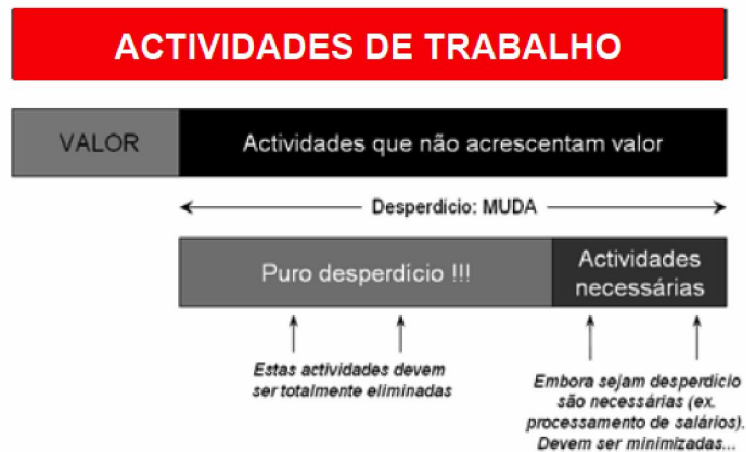


Figura 22 – Relação entre as Atividades, (Adaptado de [3])

“ a filosofia *Lean* consiste num conjunto de conceitos e princípios que visam simplificar o modo como uma organização produz valor para seus clientes enquanto todos os desperdícios são eliminados.” Pinto, J.P. [3]

A filosofia *Lean Management* procura fornecer valor ao cliente final otimizando os recursos produtivos. Para tal é essencial que a empresa adote um sistema de encomendas *pull* que se baseia nas necessidades dos clientes. Para atingir tal meta, segundo Womack, J. e Jones, D. [4], os princípios a seguir são 5:

- **Valor (*Value*)** – identificar num produto o que cria ou não valor para o cliente, interno ou externo, e ver tudo o que não representa valor como uma oportunidade de melhoria. Ou seja, passa por fornecer apenas o que os clientes estão dispostos a pagar.
- **Cadeia de Valor (*Value Stream*)** – na cadeia de valor existem três tipos de ações:
  - As que criam valor;
  - As que apesar de não criarem valor são indispensáveis e não podem ser eliminadas;
  - As que não acrescentam qualquer tipo de valor;

A filosofia *Lean* tem como objetivo diminuir o desperdício nas atividades, simplificando assim o seu processamento. Olhando para as três ações descritas em cima, o principal objetivo prende-se com o eliminar o último tipo, ou seja, as ações que não criam valor, reduzindo assim desperdícios ao longo da cadeia de valor.

- **Fluxo Contínuo (*Flow*)** – O fluxo contínuo tem como objetivo eliminar todas as etapas e ações que não acrescentam valor. Criando um fluxo de valor homogêneo e contínuo através das atividades de valor, eliminando desperdícios e tempos de espera, ou seja, criando um fluxo capaz de satisfazer o cliente.
- **Puxar (*Pull System*)** – consiste em permitir ao cliente que seja o próprio a “puxar” pelo processo, ou seja, a produção e a entrega do produto é feita quando o cliente quer e necessita do produto, evitando *stocks* de materiais.
- **Perfeição (*Perfection*)** – a perfeição têm por base a eliminação total do desperdício. Isto só é conseguido através de um processo de melhoria contínua e com a implementação de métodos de aumento de produtividade e eficiência. Eliminando todo o tipo de ações que não acrescentem valor.

Resumindo a filosofia *Lean* não “(...) é um meio para implementar mudanças radicais nas organizações, é antes de tudo uma mudança de atitude e cultura da empresarial (...). *Lean* é um processo de solução de problemas, (...), com o propósito de mudar completamente os processos de trabalho e principalmente as pessoas (...)” Pinto, J.P. [3].

### 3.1.1 Os 7 Desperdícios (*Muda*)

A cultura *Lean Management* nasceu na Toyota, no Japão pós guerra, tendo sido criada por Taiichi Ohno. Esta filosofia foi desenvolvida tendo em vista a sobrevivência da marca Toyota, tendo como objetivo a procura e eliminação do desperdício.

Durante o desenvolvimento do TPS foram identificadas sete fontes de desperdício (*muda*) por Ohno, T. [5] e Shingo, S. [6] confirmadas por Womack, J. e Jones, D. [4], que são:

- **Excesso de produção** – Das sete fontes de desperdício, esta é o de maior impacto. Pois por produzir mais do que o cliente pede, ou cedo demais, transmite uma falsa sensação de segurança, que se traduz num elevado consumo de matérias-primas, de mão-de-obra desnecessária, excesso de produtos em *stock* e maior ocupação de armazém.
- **Tempos de espera** – Tempos de paragem de pessoas, componentes ou informações. Esta paragem deve-se a um fluxo irregular de produção, que pode estar relacionado com um mau planeamento da produção, gargalos em certos equipamentos, avarias, *layout* deficiente, ou mesmo falta de mão-de-obra ou matéria-prima.
- **Transporte** – Deslocações de informação, máquinas, pessoas, material e produtos que não acrescentam valor ao processo. Este tipo de muda acontece devido a um mau *layout*, má organização do posto de trabalho e fraca comunicação dentro da Empresa. O único transporte que acrescenta valor é o que é realizado em direção ao cliente, utilizando o menor caminho possível.
- **Processos Inadequados** – Existem operações durante o processo produtivo que não deveriam existir e que são repetidas vezes sem conta. Isto deve-se ao facto de existirem instruções de trabalho pouco claras que levam a uma má utilização de equipamentos ou ferramentas e aplicação de processos incorretamente. Isto resulta num mau desempenho, prejudicando o passo seguinte do processo produtivo. A área da qualidade representa uma grande fatia destes processos. Sendo por isso uma área sensível e na qual se recomenda especial cuidado com as especificações exigíveis para o produto em questão que devem ser limitadas às estritamente necessárias, evitando por vezes gastos avultados em ensaios, burocracias e retrabalho.
- **Excesso de *stock*** – excesso de produtos acabados, semiacabados ou até mesmo de matéria-prima, que se reflete em custos administrativos e de transporte avultados bem como ocupação desnecessária de armazém. Quando há excesso de *stock* nas empresas, existem vários problemas que por vezes ficam

encobertos, tais como, tempos de *Setup* longos, avarias, fraca qualidade e *layout* deficiente.

- **Movimentação desnecessária** – despreocupação com os aspetos relacionados com o estudo do trabalho, dando origem a movimentos corporais incorretos e que não acrescentam valor. Este tipo de “muda” pode também resultar de uma má organização do *layout* da própria linha de fabrico ou até mesmo da definição das atividades do processo
- **Defeitos** – Problemas durante os vários processos de um produto, desde a documentação até à qualidade e entrega do mesmo, podendo originar interrupções na produção que dão origem a trabalho adicional.

“(…) a mais importante das fontes de desperdício nas organizações é não aproveitar o potencial das pessoas (…)” Pinto, J.P. [3].

A eliminação destes 7 desperdícios tornou-se a base do TPS (*Toyota Production System*).

### 3.2 Toyota Production System

O sistema produtivo Toyota (TPS) criado por Ohno, T. e por Shingo, S. , teve por base de aplicação a indústria automóvel na década de 40. O objetivo do TPS consiste na eliminação do desperdício através de um melhor uso de todos os intervenientes no processo, fornecendo as pessoas os métodos e ferramentas de modo a que estas melhorem continuamente o seu desempenho. Outro grande objetivo do TPS passa pelo melhoramento dos equipamentos aumentando o seu OEE. Na Figura 23 são apresentados sinteticamente os objetivos do TPS:

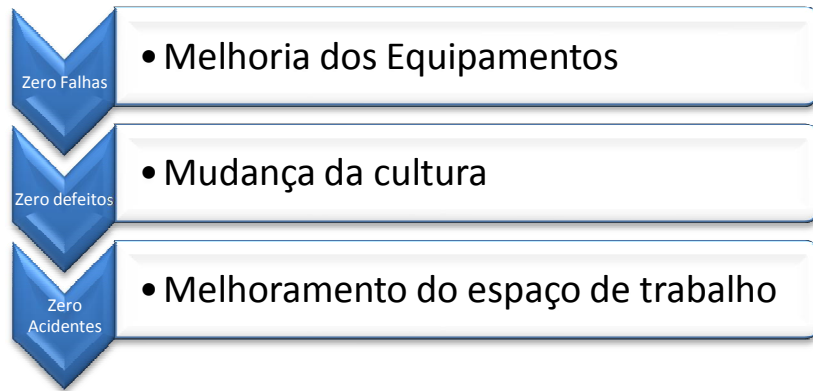


Figura 23 – Objetivos do TPS

O grande sucesso do sistema TPS deve-se aos métodos e ferramentas de melhoria contínua utilizados, que se encontram descritos de seguida:

- Processo JIT (*Just-in-time*) – “A filosofia da manufatura *Just-in-Time* é operar um sistema de manufatura simples e eficiente capaz de otimizar o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra. Isto resulta em um sistema de produção capaz de atender às exigências de qualidade e de entrega de um cliente, ao menor custo” Lubben, R. [7].  
Produzir em JIT consiste em produzir nem mais cedo, nem mais tarde, nem mais, nem menos; apenas e só o necessário. O que requer um fluxo contínuo de informação e materiais, interligado com um sistema de encomenda *pull* (puxar) em que todo o processo é desencadeado pelo cliente.
- Heijunka – programação nivelada, criando um fluxo de fabrico contínuo, dando estabilidade ao processo e reduzindo *stocks*.
- Jidoka – consiste num processo de automação com uma componente humana, tendo como objetivo a perfeição do processo.

O TPS foi um sistema em constante evolução ao longo de quatro décadas dando lugar nos anos 90 ao *Lean Thinking*. Um dos principais métodos a seguir quando é aplicado o sistema TPS ou *Lean Management* numa empresa é ajustar a produção com a procura. Neste tipo de sistema é o cliente que “puxa” a produção em vez de ser a empresa a

“empurrar” a produção. Este conceito é conhecido pelo “*Pull System*” que é um dos conceitos base do TPS. Este conceito funciona de uma forma completamente diferente do antigo sistema de gestão de produção o “*Push System*”. O sistema “*Push*” funciona com base em previsões de procura e planeamento de materiais, tendo como objetivo maximizar a capacidade de produção. Este tipo de sistema origina grandes *stocks*, *lead time* elevados, uma carga elevada de *WIP*, perda de qualidade e de flexibilidade, tudo o que a filosofia *Lean* tenta eliminar.

No sistema *Pull* as atividades de fabrico só se iniciam quando é feita a encomenda pelo cliente, o que traz grandes vantagens a empresa, tais como:

- Eliminação de *stocks* elevados
- Diminuição dos *Lead Times*;
- Melhor fluxo de informação;
- Não se baseia em previsões, mas sim no pedido pelo cliente.

De seguida na Figura 24, é possível constatar a estrutura geral do TPS:

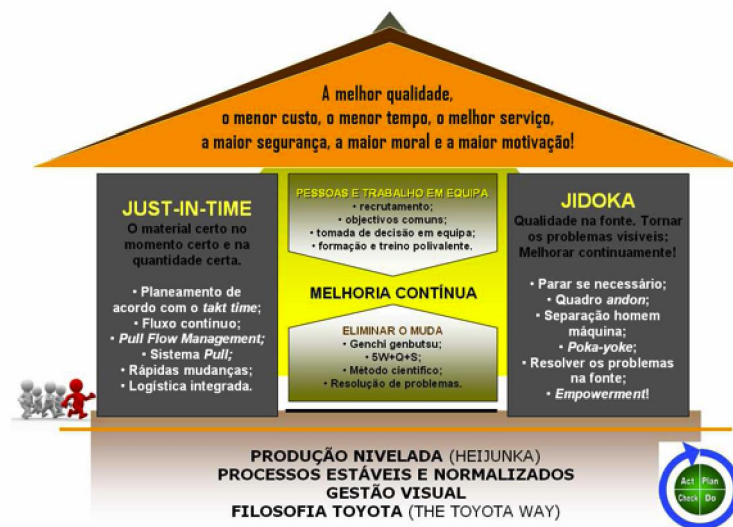
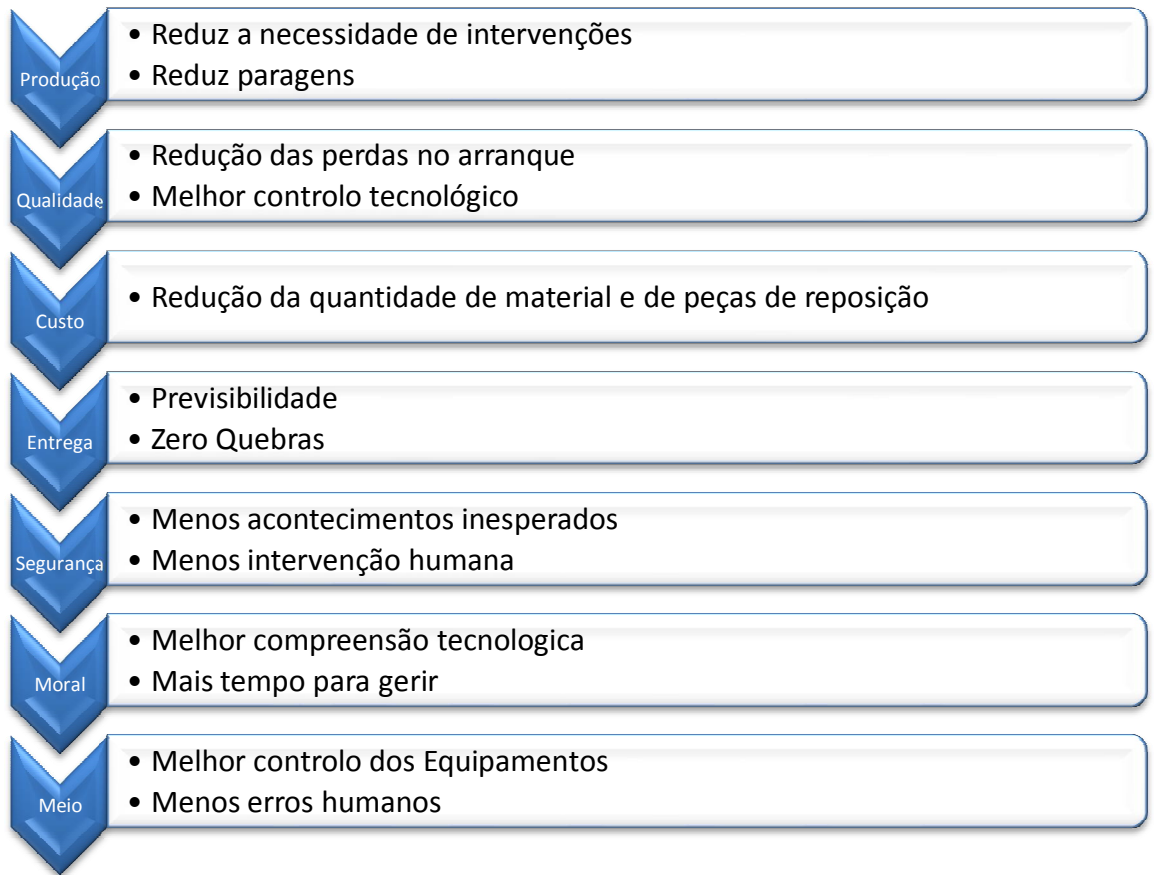


Figura 24 – Estrutura TPS, (Adaptada de [8])

A implementação do sistema TPS, numa empresa, traz grandes vantagens para a organização. Na Figura 25 são enumeradas algumas dessas vantagens:



**Figura 25 – Impacto do TPS**

Na Figura 26 é possível comparar as semelhanças entre o sistema a filosofia *Lean* e o TPS (Figura25). Estes dois sistemas tem como objetivo a eliminação de desperdícios, motivar e envolver os colaboradores, otimização de equipamentos, redução de custos e aumento da satisfação do cliente final. Tendo cada um deles uma abordagem diferente como se pode ver na Figura 25 e 26.

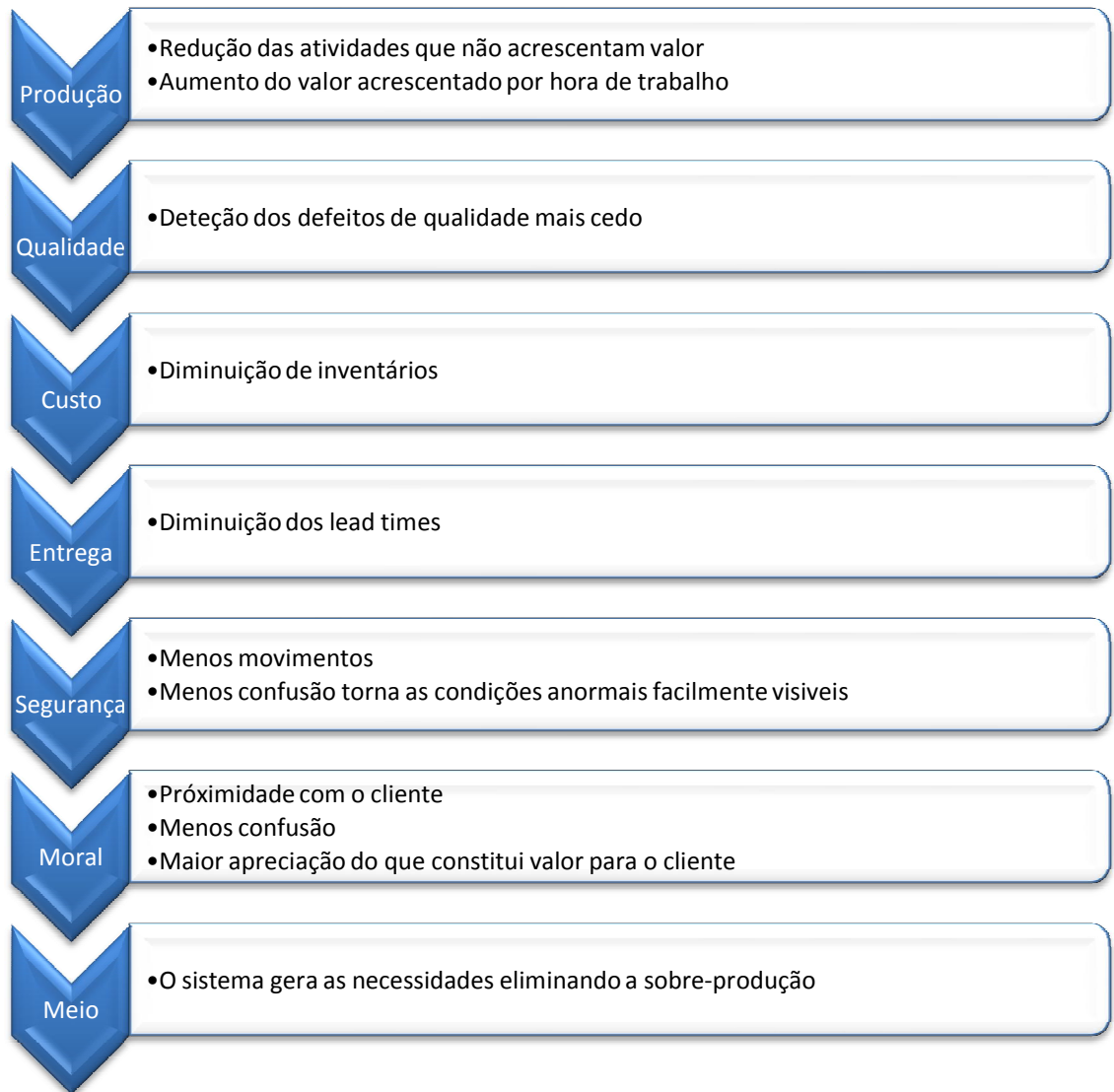


Figura 26 – Impacto da filosofia *Lean*

### 3.3 Técnicas Utilizadas na Filosofia *Lean*

Muitas ferramentas e técnicas foram criadas no âmbito da filosofia *Lean*. De seguida são retratadas alguma das ferramentas e técnicas utilizadas no trabalho, muitas delas derivam do sistema TPS e outras foram criadas de raiz, completando-se umas às outras. O grande objetivo de todas estas ferramentas e técnicas é a eliminação do desperdício e a melhoria contínua.

### 3.3.1 Os três M's

Existem três vocábulos Japoneses que definem desperdício *muda*, *mura* e *muri*. Estes três vocábulos representam o objetivo de atingir o ponto em que a empresa tem a mão-de-obra, matéria-prima e maquinaria necessária para produzir a quantidade certa de um produto, ou seja, capacidade = produção:

- *Muda* (desperdício) – capacidade excede o necessário;
- *Mura* (inconsistência ou variação) – a capacidade, tanto excede como fica abaixo da produção;
- *Muri* (irracionalidade) – produz mais do que a capacidade.

### 3.3.2 Método 5S

O método dos 5S é usado na indústria com vista a eliminação de desperdícios. Numa empresa são 7 os principais tipos de desperdícios, como foi descrito no ponto 3.1.1, o método 5S tem por objetivo chegar ao ponto de “zero desperdício”.

Este método garante que tudo tem um lugar, e tudo está no seu lugar – limpo e pronto a usar, ou seja, garantindo um posto de trabalho seguro e com uma maior eficiência.

Esta ferramenta tem também como objetivo otimizar os principais problemas de uma empresa, como por exemplo:

- Postos de trabalho desorganizados
- Movimentações erradas, um *layout* mal estruturado;
- Colaboradores desmotivados
- Desorganização e falta de Higiene na Empresa
- Tempos de *setup* elevados

Para implementar a metodologia dos 5S numa empresa deve-se treinar o colaboradores e implementar todos os passos na sequência correta. O treinar os colaboradores consiste em:

- Dar a conhecer quais são os objetivos do projeto de implementação 5S;
- Mostrar do que depende esse projeto;

- O porque de implementar este projeto na empresa;
- Quais as melhorias esperadas;
- Quais as principais regras para a sua implementação.

As etapas de implementação encontram-se descritas de seguida, pela ordem correta.

- Mostrar os resultados dos 5S noutras organizações;
- Fornecer livros e documentos de consulta;
- Organizar visitas a empresas que tenham esta metodologia implementada;
- Assegurar o total apoio da administração;
- Estabelecer equipas;
- Estabelecer metas para as equipas.

A implementação dos 5S (Figura 27), divide-se nas seguintes etapas:

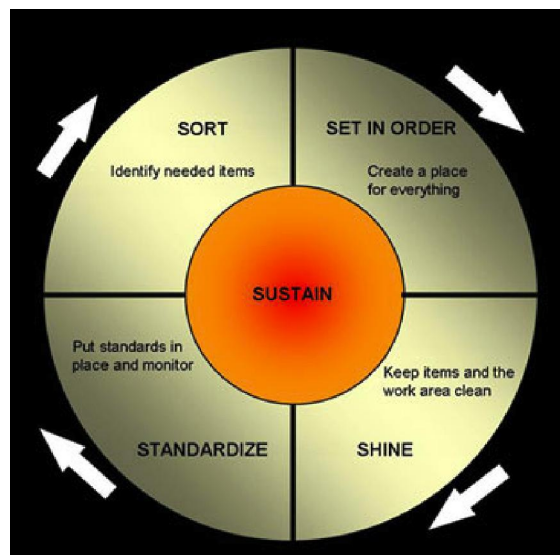


Figura 27 – 5S (Adaptado [9])

1. *Sort* (Serii), consiste em eliminar tudo o que é inútil para o processo, ou posto. E em organizar e identificar todos os materiais e ferramentas corretamente, de modo a ter um posto de trabalho organizado. Este passo resulta em:

- 1.1 Melhor uso do local de trabalho;
  - 1.2 Locais de trabalho sem materiais ou ferramentas desnecessárias;
  - 1.3 Diminuição do armazenamento.
2. *Stabilize* (Seiton), manter o que é necessário no seu local de uma forma sistematizada. Assim sempre que os materiais ou ferramentas sejam precisos, estão no seu correto local, simplificando a sua utilização. Este passo resulta em:
- 2.1 Diminuição do tempo necessário para encontrar o que se necessita;
  - 2.2 Aumento de segurança;
  - 2.3 Detecção mais simples de elementos perdidos.
3. *Shine* (Seiso), manter o local de trabalho sempre limpo. Este passo resulta em:
- 3.1 Um posto de trabalho e fácil de verificar;
  - 3.2 Boas condições de trabalho para o trabalhador;
  - 3.3 Fácil detecção de ferramentas que precisão de reparação ou substituição.
4. *Standardize* (Seiketsu), consiste em uniformizar as operações tentando fazer sempre tudo da mesma maneira, ou seja, manter um fluxo de processo coerente. Este passo resulta em:
- 4.1 Melhoria das condições de trabalho;
  - 4.2 Eliminação das causas de acidentes.
5. *Sustain* (Shitsuke), depois da sua implementação é necessário manter este método, não perdendo a sua essência ao longo do tempo. Este passo resulta em:
- 5.1 Diminuição dos erros por desatenção;
  - 5.2 Melhorar as relações humanas;
  - 5.3 Fazer de acordo com os decisões e comandos.

Com a implementação desta metodologia numa empresa os benefícios são os seguintes:

- Redução do lixo escondido na planta fabril;
- Melhoria dos níveis de qualidade;
- Redução do *lead time*.
- Redução do custo;
- Aumento dos lucros da empresa;
- Desenvolver o controlo visual;
- Identificação mais rápida de problemas;
- Aumento dos níveis de segurança.

Todos estes pontos são de extrema relevância para as empresas, atuais, e para a sua organização, logo a implementação deste método assume um grande importância tanto para a empresa como para os seus colaboradores.

### **3.3.3 Gestão visual**

A gestão visual, “É um processo para aumentar e para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações tornando as coisas visíveis, lógicas e intuitivas” Pinto, J. P. [10].

A visão é a melhor forma de absorver informação que o ser humano dispõe, pois esta é a informação que o cérebro retém por mais tempo. Se a informação for corretamente passada é rapidamente assimilada e retida. Para que isto aconteça é necessário que o espaço esteja arrumado e organizado evitando distrações aquando deste processo de assimilação, sendo para isso essencial a aplicação da metodologia 5S.

Ao contrário das técnicas complexas usadas na indústria ocidental, no Japão adotou-se esta ferramenta por tornar as operações mais simples, diminuindo o tempo de resposta dos operários a possíveis problemas.

Esta ferramenta além de simplificar o processo industrial tornando os possíveis problemas visíveis a toda a empresa, torna-o também menos vulnerável através da prevenção através das medidas exemplificadas de seguida.

“Ao nível do *gemba* os sinais visuais podem aparecer em diferentes formas,..” Pinto, J. P. [10], tais como:

- Cartões *Kanban*;
- Caixa *Heijunka*;
- Sombras das ferramentas num quadro;
- Marcas pintadas no chão ou paredes;
- Semáforos ou LED's;
- Roupas de diferentes cores;
- Quadro *andon*.

### 3.3.4 Kaizen

*“Make everything as simple as possible, but not simpler.”* - Albert Einstein.

O sistema de Produção Toyota têm por base de sustentação a filosofia Kaizen, tendo esta surgido depois da segunda guerra mundial. A filosofia Kaizen assenta na melhoria contínua tanto do processo como do produto, através de uma análise feita aos mesmos e identificando pontos passíveis de melhoria “Hansei”. A palavra Kaizen representa uma aglutinação de duas palavras Japonesas: “Kai” que significa “mudança” e “Zen” que significa “bom” dando origem a “melhoria contínua”.

Na filosofia Kaizen é sempre possível fazer melhor, ou seja, o processo encontra-se sempre em constante melhoria, sendo por isso impossível separar esta filosofia da filosofia *Lean*.

O que diferencia estas duas filosofias, é que a filosofia *Lean* consiste no objetivo a atingir, enquanto o Kaizen é a ferramenta usada para atingir esse objetivo, não podendo ser dissociadas. Na Figura 28 temos o processo no seu estado inicial, no qual é aplicada a filosofia Kaizen para chegar no futuro ao patamar *Lean*.

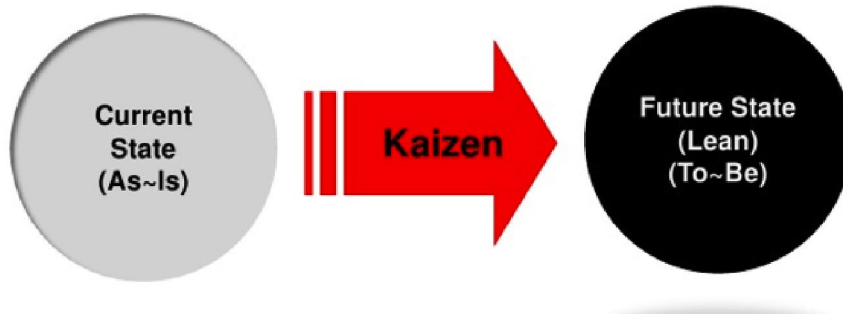


Figura 28 – Relação entre o Kaizen e a filosofia Lean, (Adaptado de [11])

Esta interligação existe pois a filosofia Kaizen encontra-se presente em todo o processo, na identificação e eliminação do desperdício presente no processo, como se pode ver na Figura 29.

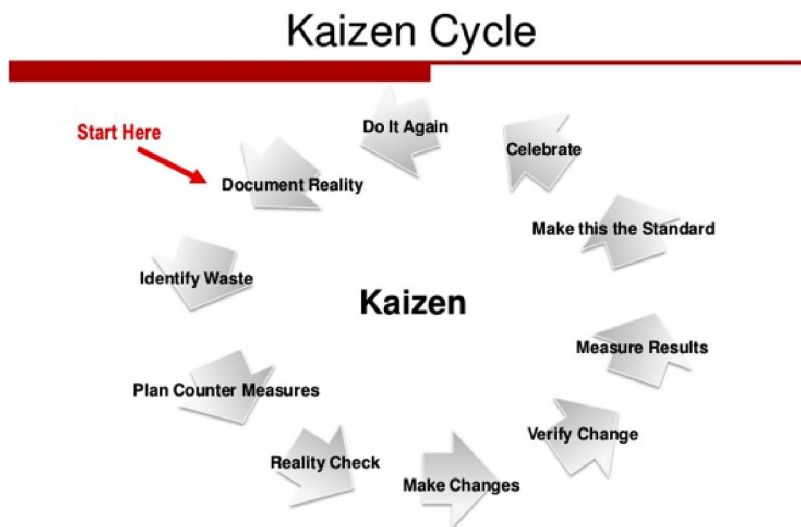


Figura 29 – Ciclo Kaizen, (Adaptado de [11])

Sendo por isso impossível atingir o “*Lean Thinking and Production*” sem implementar a filosofia Kaizen em todo o processo.

### 3.3.5 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, é uma ferramenta muito simples mas muito eficiente. Esta ferramenta foi idealizada por Shewhart e divulgada por Deming W.E., no Japão na década de 50.

Este ciclo tem como objetivo tornar a gestão numa tarefa simples e intuitiva, para isso tem como base quatro fases que tornam este processo muito simples e ao mesmo tempo muito poderoso, ver Figura 30:

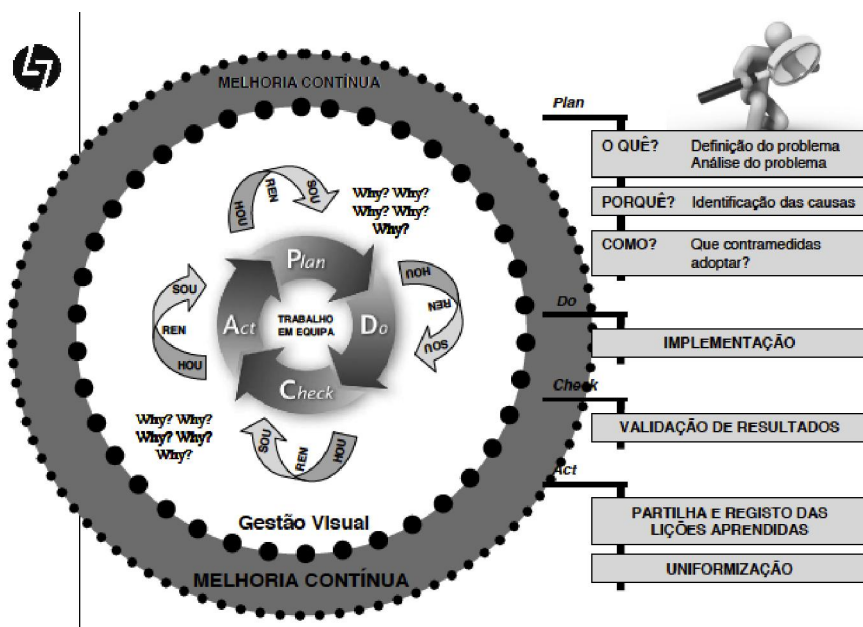


Figura 30 – Ciclo de melhoria contínua PDCA, (Adaptado [10])

1. *Plan* (planear) – nesta fase é necessário identificar o problema ou estabelecer metas, analisar os pontos do problema, descobrir quais as suas causas e elaborar um plano de ação.
2. *Do* (executar) – nesta fase treina-se e executa-se o plano definido na primeira fase.
3. *Check* (verificar) – nesta fase verificam-se os resultados entre o planeado no primeiro ponto e o que realmente está a acontecer, havendo uma monitorização e avaliação periódica dos resultados.
4. *Act* (atuar) – agir no processo de acordo com os resultados obtidos na terceira fase, em função do planeado.

O ciclo PDCA, pode ser aplicado em qualquer empresa/organização, ligada a qualquer ramo de atividade, de modo a garantir que esta atinja os resultados desejados e estabelecidos dentro de um sistema de gestão.

### 3.3.6 OEE

O OEE é uma ferramenta de medida da eficiência dos equipamentos tendo sido criada por Seiichi Nakajima (1960).

Esta é uma ferramenta que permite avaliar e indicar a eficiência com que um determinado equipamento é utilizado, tendo em conta vários fatores como a qualidade, a performance e a disponibilidade dos equipamentos.

O OEE é calculado da seguinte maneira:

- $OEE = Performance (\%) \times Qualidade (\%) \times Disponibilidade (\%)$ 
  - **Disponibilidade (%)** =  $[(Tempo\ total - Tempo\ de\ paragem) / Tempo\ total] \times 100$
  - **Performance (%)** =  $(Tempo\ de\ Operação / (tempo\ total - tempo\ de\ paragem)) \times 100$
  - **Qualidade (%)** =  $[(Número\ de\ unidades\ produzidas - Número\ de\ defeitos) / Número\ de\ unidades\ produzidas] \times 100$
  
- Disponibilidade – representa a percentagem de tempo programado que a máquina trabalhou, medindo unicamente o *Uptime*. Fatores como a Qualidade, *Performance* e os efeitos do *Downtime* programado, são excluídos deste cálculo.
  
- *Performance* – fornece a percentagem de tempo real de trabalho, comparado com o tempo possível do mesmo. Fatores como a Qualidade e a Disponibilidade são excluídos deste cálculo.
  
- Qualidade – mede a percentagem de peças boas no total das peças realizadas. Neste cálculo fatores como a disponibilidade e a performance são excluídos.

## 4. ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

Numa fase inicial do projeto, foi feito um levantamento do funcionamento de todo o processo de fabrico, bem como dos produtos que são produzidos na empresa. Na fase seguinte foram identificados e estudados os processos e postos identificados como críticos, recaindo sobre estes a aplicação do trabalho.

A empresa funciona com um sistema MTO (*Make to Order*), ou seja, produz de acordo com as necessidades dos clientes respeitando as datas de entrega estipuladas pelo mesmo. Neste tipo de produção evita-se a constituição de *stocks* de qualquer espécie.

Por vezes o fluxo de trabalho na empresa não é o mais correto, havendo paragens nos postos, como a quinadeira e a montagem, que ficam à espera do material proveniente do corte laser. O funcionamento irregular deve-se à grande acumulação de trabalho que se dá neste posto, sendo por isso este o ponto que se concentrou grande parte deste projeto, tornando-o uniforme e eliminando todas as atividades que não acrescentam valor.

Depois de identificado como o estrangulamento do fluxo produtivo, foi feito um estudo do mesmo. Este estudo teve a duração de um mês, tendo como objetivo determinar quais as possíveis soluções de melhoria e quais as atividades que não acrescentam valor

ao processo. O objetivo final passou por se procurar obter uma maior rentabilização do equipamento e uma melhoria significativo do fluxo de trabalho.

Para este efeito foi realizada, depois de ter todos os dados do estudo reunidos, uma análise OEE ao equipamento de corte laser de modo a determinar qual a sua eficiência no funcionamento atual.

#### 4.1 Descrição do Processo Produtivo

Inicialmente estudou-se o processo produtivo de três dos principais produtos da empresa, que são:

- Fundo, para os transformadores da Efacec (Figura 31);
- Carrinhos grua, para as gruas da Manitowoc (Figura 32);
- Tampa, para os autocarros do Salvador Caetano (Figura 33).

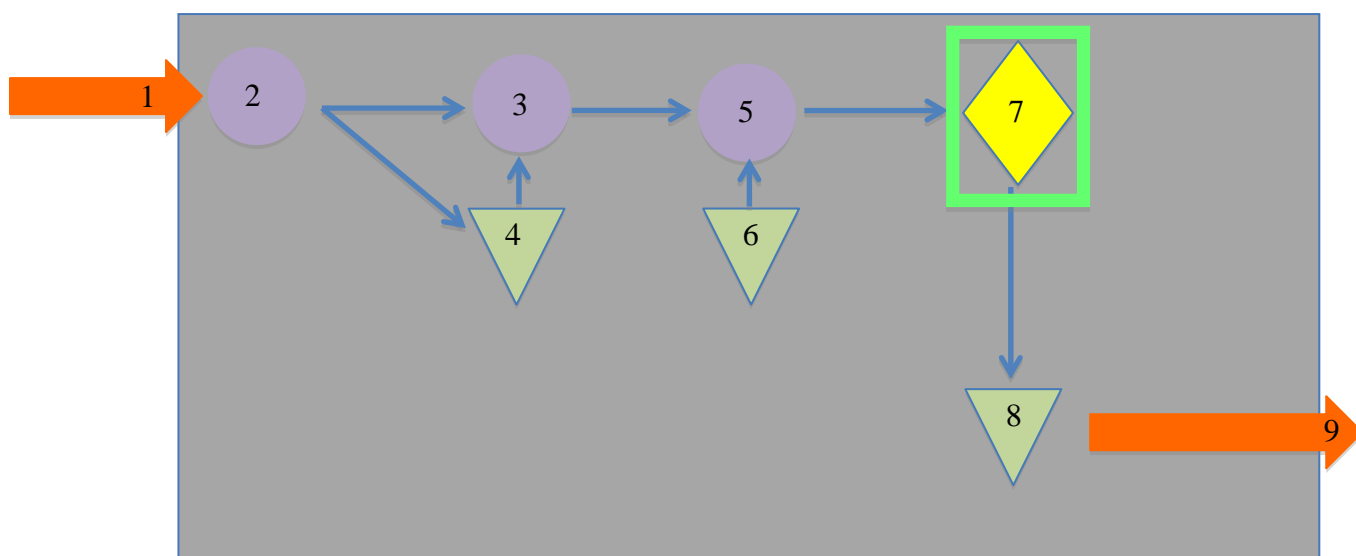


Figura 31 – Diagrama de Processo – Fundo

- 1 – Entrada da Matéria-Prima;
- 2 – Corte do Matéria-prima;
- 3 – Quinagem da peça;
- 4 – Armazenamento de peças para quinar, pode ou não acontecer dependendo do fluxo de trabalho;

- 5 – Soldadura;
- 6 - Armazenamento de peças para soldar, pode ou não ocorrer dependendo do fluxo de trabalho;
- 7 – Realização de testes de estanquicidade e verificação visual das peças;
- 8 – Armazenamento das peças antes da expedição;
- 9 – Expedição.

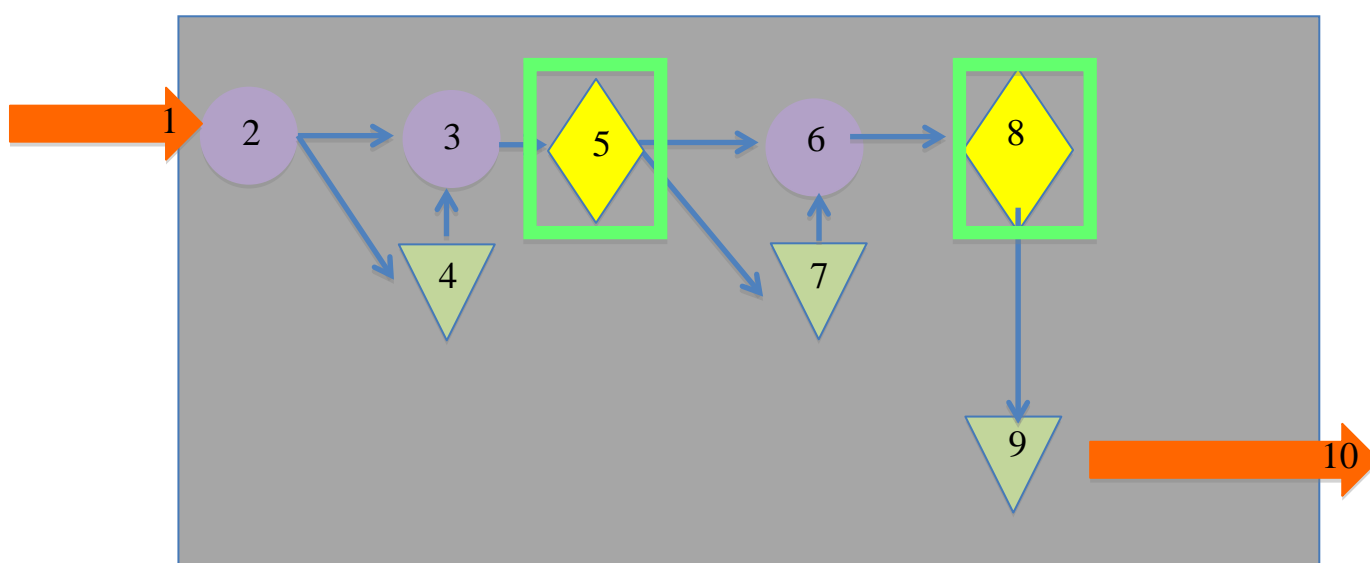


Figura 32 – Diagrama do Processo – Carrinho Grua

- 1 – Entrada de Matéria-Prima;
- 2 – Corte da Matéria-Prima;
- 3 – Quinagem dos vários componentes;
- 4 – Armazenamento dos componentes para quinagem, se necessário;
- 5 – Controlo dimensional e visual dos componentes quinados;
- 6 – Montagem do carrinho;
- 7 - Armazenamento dos componentes para montagem, se necessário
- 8 – Controlo dimensional do carrinho;
- 9 – Armazenamento do carro, pronto para expedição;
- 10 – Expedição do carro.

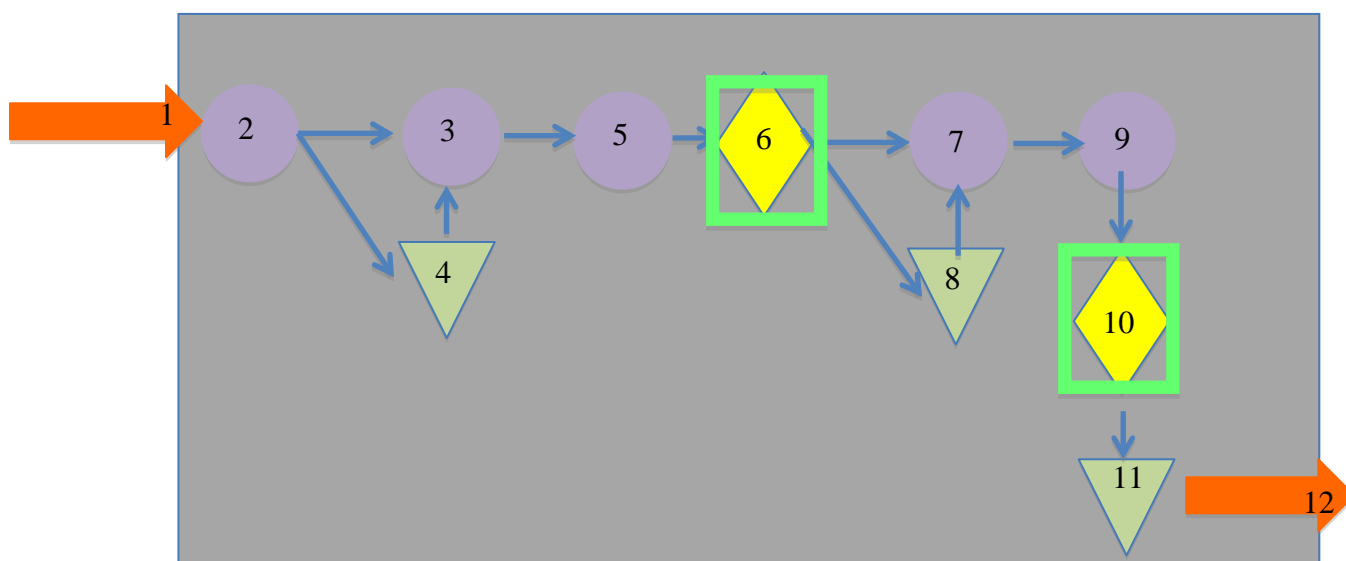


Figura 33 – Diagrama do processo – Tampa

- 1 – Entrada da Matéria-Prima;
- 2 – Corte da Matéria-Prima;
- 3 – Calandragem da peça;
- 4 – Armazenamento da peça antes de calandrar, se necessário;
- 5 – Quinagem;
- 6 – Controlo dimensional da peça;
- 7 – Colagem da tampa à estrutura de Alumínio;
- 8 – Armazenagem de material antes da colagem, se necessário;
- 9 – Preparação da peça para a Secagem da cola;
- 10 – Controlo dimensional e do acabamento;
- 11 – Armazenagem da peça para expedição;
- 12 – Expedição da peça.

Numa fase inicial do trabalho, também se estudou como se realiza o processamento de uma encomenda desde a sua receção até à sua expedição. O exemplo estudado focou-se numa encomenda com peças já existentes, ou seja, numa situação em que não é



A F.J. Mourão sendo uma metalomecânica orientada para satisfazer os pedidos dos clientes, produz uma grande variedade de peças. Esta grande flexibilidade na produção, significa que no processo de fabrico na empresa se pode encontrar ordens de fabrico para uma peça que só envolve corte e expedição, como se encontrar ordens de fabrico para a produção de peças que transitem por todos os postos da empresa. Tomando em consideração que a empresa não produz grandes séries, isso impõem a necessidade de elevada polivalência aos vários colaboradores e multifuncionalidade aos equipamentos nos vários postos de trabalho.

Além do fator flexibilidade, a empresa tem que estar organizada e possuir um *layout* simples e funcional adequado ao processo produtivo que desenvolve. Com este tipo de processo produtivo e com todas as variantes nos caminhos que as peças podem tomar, é condição essencial para o bom funcionamento ter meios adequados que sustentem as movimentações. Para isso a empresa conta com vários equipamentos especializados para fazer as movimentações de materiais dentro da empresa, tais como:

- Dois porta-paletes (ver Figura 36);
- Uma ponte rolante (ver Figura 36);
- Um braço grua de ventosas (ver Figura 36).



Figura 36 – Métodos de Movimentação

Na sua grande maioria as peças são movimentadas em paletes de madeira de uns postos para os outros, podendo o transporte das mesmas ser feito tanto através dos portapaletes como pela grua.

## 4.2 Descrição detalhada do processo no Laser

O processo de corte no equipamento de corte laser não se limita somente ao cortar chapa. É na realidade, um processo bastante complexo e que tem várias etapas até ao corte em si (ver Figura 37).

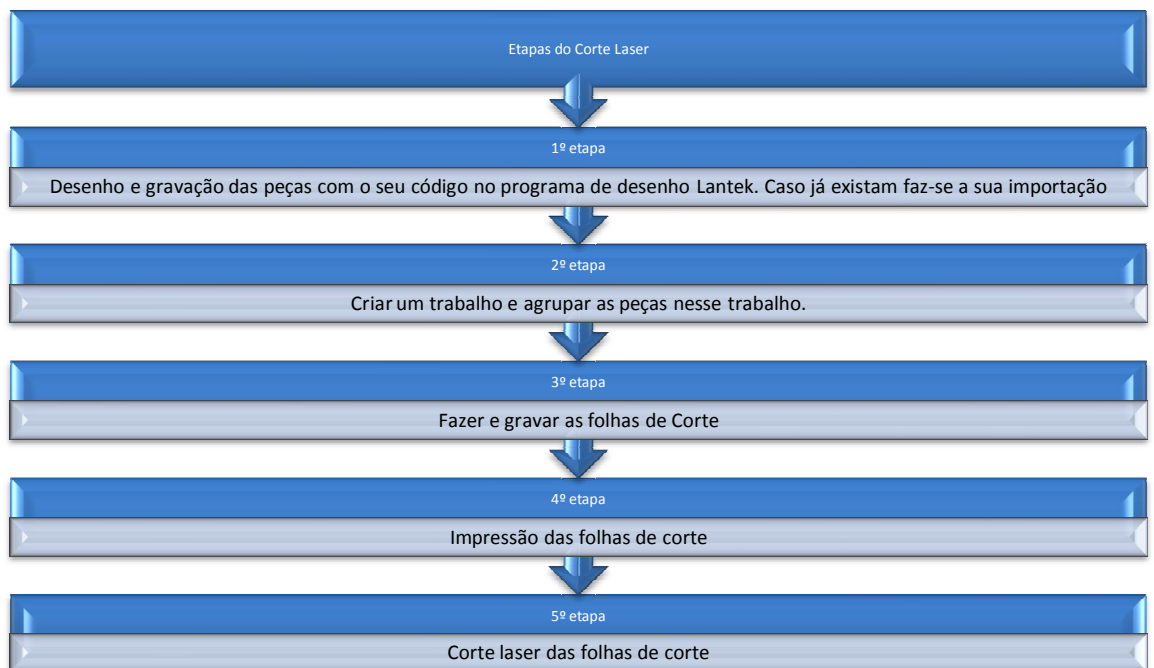


Figura 37 – Etapas do equipamento de corte laser

Numa primeira fase é necessário o programador identificar se as peças discriminadas nas encomendas já existem na base de dados ou se vão ser desenhadas posteriormente. Se as peças não constarem da base de dados, é necessário desenhá-las na aplicação de desenho Lantek (aplicação de desenho fornecido juntamente com o equipamento), e proceder à sua gravação com o código respetivo. Estas ações são realizadas dentro de

um processo criado pelo programador, dependendo do cliente ou do tipo de peças. Este cria um trabalho com uma designação para separar os componentes por cliente.

Esta aplicação é fornecida pela empresa que vende o equipamento, e tem que ser instalado num computador que esteja em rede com a máquina de corte. Deste modo o operador da máquina tem acesso às folhas de corte gravadas no computador. Todas as peças são desenhadas e guardadas numa base de dados com o seu código, permitindo o seu uso sempre que necessário não sendo preciso redesenha-las.

De seguida, depois de importar ou desenhar todas as peças, o programador constrói as folhas de corte (ver Figura 38). As folhas de corte encontram-se separadas por matéria-prima e espessura, ou seja, se um trabalho incluir peças de 2 mm em aço-inox e de 3 mm de alumínio, têm que ser feitas duas folhas de corte. As folhas de corte são feitas sempre com vista ao melhor aproveitamento da área disponível como se pode constatar na Figura 38.

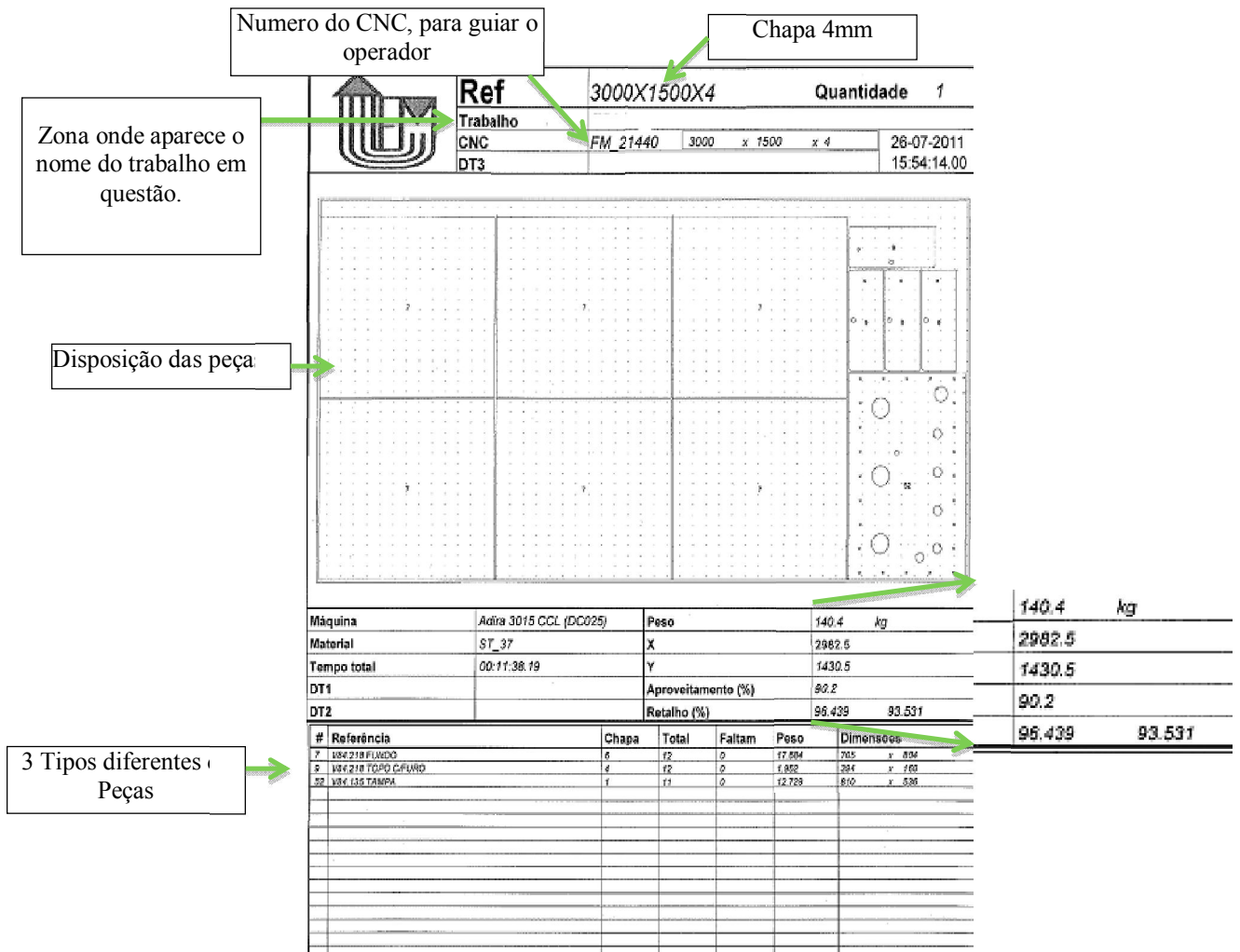


Figura 38 – Folha de Corte

Depois de concluída a folha de corte é impressa e entregue juntamente com as respectivas encomendas ao operador da máquina. Assim o operador da máquina juntamente com a departamento de engenharia, pode delinear qual a melhor estratégia para abordar o trabalho. Como existe habitualmente uma grande quantidade de folhas de corte para diferentes clientes observa-se um acumular de vários trabalhos com diferentes matérias-primas e espessuras, por isso, torna-se importante definir corretamente a ordem a seguir.

Depois de definida a produção o operador da máquina analisa novamente as folhas de corte do trabalho, escolhido, definindo qual a ordem de corte a seguir tomando em consideração as matérias-primas envolvidas. Assim, tornasse possível organizar todo o processo desde a matéria-prima necessária às paletes requeridas para produzir os

componentes pedidos pelo cliente. Estas ações devem ser realizadas enquanto o equipamento de corte laser se encontra em funcionamento.

De referir que o equipamento de corte possui duas mesas de corte, permitindo assim que simultaneamente o operador possa descarregar e carregar numa das mesas ao passo que noutra mesa a máquina opera a sequência de corte.

Para a movimentação das matérias-primas e das paletes, o operador usa os instrumentos de movimentação e transporte disponíveis e já referidos capítulo 2. A organização do trabalho no processo de corte laser envolve todos os meios disponíveis de movimentação da empresa cada um com o seu propósito:

- Ponte rolante – movimentação da matéria-prima mais pesada;
- Porta paletes – movimentação de paletes entre os diferentes postos;
- Braço de ventosas – carregamento/d Descarregamento das chapas da mesa de corte. Este equipamento encontra-se exclusivamente dedicado ao equipamento de corte laser.

O operador do equipamento juntamente com departamento de engenharia é responsável pelo aproveitamento de retalhos (partes sobrantes de uma chapa que têm dimensões suficientes para serem aproveitadas noutros trabalhos). Sempre que sobra um retalho de um certo tipo de matéria-prima com uma dimensão significativa, o operador armazena-o numa zona própria para aproveitamento em futuros trabalhos.

Para realizar este aproveitamento, o operador analisa as folhas de corte que não estão totalmente preenchidas, mede os retalhos disponíveis e avalia se tem dimensões suficientes para a folha de corte em questão. Posteriormente fornece esta informação ao departamento de engenharia que por sua vez altera a folha de corte para as dimensões dos retalhos, otimizando assim o corte no equipamento laser.

### **4.3 Implementação do Estudo na Empresa**

Depois de caracterizado o funcionamento do equipamento de corte laser, foi realizado um estudo do funcionamento do mesmo por um período de um mês. Este estudo teve como objetivo identificar quais as principais fontes de desperdício na utilização do equipamento. Com este estudo pretendeu-se também caracterizar e quantificar a duração das paragens, bem como o número de chapas cortadas e a duração das operações de

corde. Com a análise destes dados, pretendeu-se estimar a duração total efetiva das operações de corte bem como a duração total das paragens, quantificando assim a eficiência do equipamento.

Antes de se iniciar o estudo, realizou-se uma reunião com o operador da máquina e com a administração da empresa, onde foram explicados os objetivos do trabalho.

### 4.3.1 Etapas de Implementação do Estudo

Numa primeira fase foi implementado, com o conhecimento do operador da máquina, um conjunto de medidas de forma a se obter os dados necessários para o estudo. As medidas foram as seguintes:

1. Criou-se uma folha (ver Figura 39) onde o operador da máquina descreve as paragens da máquina, identificando a razão e a duração da mesma. Esta medida permitiu que no final do estudo, fosse possível agrupar as paragens e elaborar um plano de ação mais eficaz e sustentável ao longo do tempo.

28.5-016

Tempo de Paragens			
Segunda	Terça	Quarta	Quinta
10 MINUTOS MUDAR QUADRO GAS FALHEIROS DO CNC	5 MINUTOS TIRAR CHAPA	5 MINUTOS TIRAR CHAPA	
10 MINUTOS TIRAR CHAPA EQUILIBRIAR PARAFUSOS	5 MINUTOS TIRAR CHAPA DEBILS ALMOCO	10 MINUTOS ALMOCO + ACORDO DEBILS	
5 MINUTOS TIRAR CHAPA FRAGUINA	5 MINUTOS CHAPA CORTEN NAO COBA	15 AVARIA EIXOS	

Figura 39 – Folha de Controle

2. Colocação de uma caixa (ver Figura 40) junto do equipamento de corte laser, onde o operador armazena todas as folhas de corte. Esta medida permite a quantificação do número e duração dos trabalhos de corte realizados.

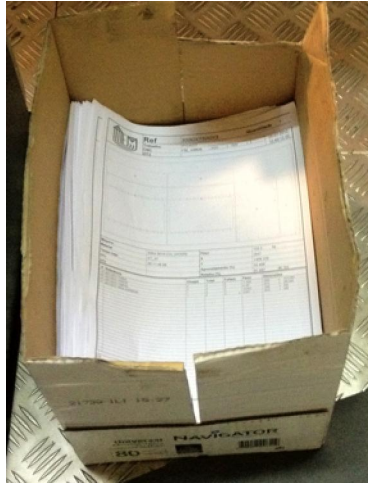


Figura 40 – Caixa de controle

3. Anotação nas folhas de corte se estas foram realizadas fora do horário do turno (ver Figura 41). Esta medida possibilitou a medição e quantificação do trabalho realizado fora do horário normal do turno.

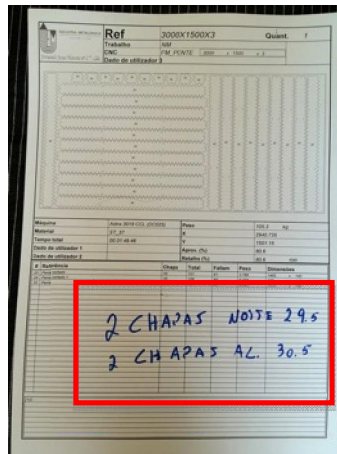


Figura 41 – Anotação

#### 4.4 Dados Obtidos com o Estudo

Depois de implementadas as ações descritas no ponto 4.3.1, foi feito um estudo com a duração de um mês com o objetivo de se avaliar o fluxo de trabalho no equipamento de corte laser.

É de referir que, mesmo apesar de ter sido um período de tempo contínuo, este estudo foi dividido em duas 2 etapas, para efeitos unicamente de análise de dados:

- Primeira etapa 17dias (5.1.12 até 27.1.12)
- Segunda etapa 5 dias (30.1.12 até 3.2.12)

Esta segmentação dos dados na segunda etapa, serviu para posteriormente se comparar os resultados pré e pós implementação das ações de melhoria em períodos de igual duração.

Os dados obtidos com o estudo permitiram retirar conclusões muito significativas sobre o fluxo de trabalho no processo de corte laser.

Na tabela 2 é apresentada a duração do estudo realizado.

	Duração
Período do estudo (dias)	22
Duração total (h)	175,2

Tabela 2 – Duração do Estudo

#### 4.4.1 Estudo das Paragens

Ao longo das 175,2h de laboração, considerando unicamente um turno, foram identificadas várias paragens, todas devidamente anotadas pelo operador, na folha que lhe foi disponibilizada (ver Figura 39).

De seguida é apresentada a Tabela 3 e o gráfico da Figura 42 com todas as paragens agrupadas e quantificadas com vista à identificação dos pontos críticos do processo.

Descrição	Tempo (minutos)
Avaria	105
Libertar Chapa	205
Operador	85
Assistência	60
Gás	50
Descarregar a mesa	362
Troca Lente	120
Outros Fatores	332
<b>TOTAL</b>	<b>1319</b>

Tabela 3 – Tipo e duração das paragens

### % Tipos de Paragem

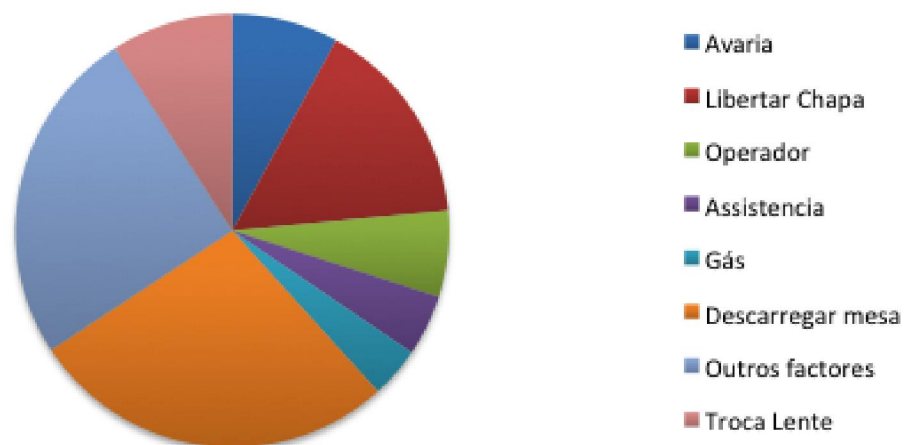


Figura 42 – Gráfico Avarias

Depois de se agrupar as paragens por famílias foi possível constatar, através da análise da Tabela 3 e da Figura 42, quais os fenómenos que representam um maior tempo de paragem.

De seguida foi feita uma análise desses fenómenos explicando quais os seus motivos.

- **Descarregar a mesa do equipamento de corte laser** – Por vezes as folhas de corte têm tempos de corte muito curtos, não permitindo ao operador que possa descarregar a mesa com o material cortado e carregar uma nova chapa no período de tempo disponível. Esta situação dá origem a uma paragem. Na paragem devido à descarga de mesa o operador também inclui as paragens motivadas pelo descarregar chapas que ficam a cortar fora do turno de trabalho. A média de tempo para estas paragens é cerca de 10 min, conforme se pode observar no Anexo A.
- **Libertar Chapa** – esta paragem acontece quando o operador tem que mudar de espessura ou de matéria-prima e não tem o material requerido pronto para corte. Em resultado, ocorre uma paragem para preparação da matéria-prima necessária. A troca de matéria-prima, muitas vezes, leva à troca do bico ou da lente do equipamento. Se o equipamento estiver a cortar chapa de 4 mm S235Jr e o operador trocar para Alumínio de 1,2 mm H5754, além de ter que libertar a matéria-prima tem que trocar a lente, o que provoca uma paragem longa. De seguida na Tabela 4 são apresentados os valores das durações médias destas trocas.

Descrição	Tempo médio (min.)
Troca de Bico	0,75
Troca de Lente	8

Tabela 4 – Tempos de troca

A troca de bico é feita quando a gama de espessuras é próxima não exigindo a troca de lente. A troca de lente é realizada quando as espessuras das matérias-primas são muito diferenciadas.

Este tipo de paragens com uma boa organização de trabalho, pode ser reduzida ou praticamente eliminada.

- **Outros fatores** – estas paragens devem-se a perdas de tempo por parte do operador, por má coordenação e preparação de trabalho e também por falta de ajuda, conforme se pode ver no Anexo A pelos dados recolhidos. Uma razão para este tipo de paragem que se encontra ligado a estas perdas, esta relacionado com a má organização do armazém. Esta desorganização do armazém resulta em perdas de tempo por parte do operador, quando necessita de uma palete ou mesmo quando tem que deixar uma paleta com material semi-pronto no armazém.

A duração total das paragens devido a outros fatores foi de 22 h, representando metade de uma semana de trabalho. Em cada mês de trabalho, considerando um turno, desperdiça-se metade de uma semana só em paragens. Sendo que muitas destas paragens são desnecessárias e não acrescentam qualquer valor ao processo.

A recolha destes dados veio permitir a identificação de um problema encoberto e permitiu que na empresa se começasse a pensar em possíveis ações de melhoria de modo a eliminar estas paragens. Principalmente porque era visível que grande parte das paragens registadas devia-se a uma má organização e gestão do trabalho e dos recursos disponíveis.

#### 4.4.2 Análise das Folhas de Corte

Depois de se analisar e agrupar as paragens do equipamento, analisaram-se todas as folhas de corte realizadas nos 22 dias de estudo (175,2 h). Esta análise teve como objetivo determinar o tempo real de corte da máquina e quais as matérias-primas com maiores consumos. Os resultados obtidos encontram-se descritos de seguida na Tabela 5:

Descrição	Tempo (h)
Tempo total das folhas de corte (inclui trabalho extra)	154,3
Tempo total das folhas de corte (somente no período do turno)	113,4

Tabela 5 – Tempos de corte em 22 dias

Os valores da Tabela 5 foram posteriormente divididos em duas tabelas, uma contendo os valores dos primeiros 17 dias de estudo (ver Tabela 6), e a segunda contendo os valores dos últimos 5 dias de estudo (ver Tabela 7). Deste modo torna-se possível determinar os tempos de corte para uma só semana, o que foi útil para a fase seguinte do estudo. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Descrição	Tempo (h)
Tempo total das folhas de corte (inclui trabalho extra)	125,5
Tempo total das folhas de corte (somente no período do turno)	90

Tabela 6 – Tempos de corte em 17 dias

Na Tabela 6 é possível constatar que em 17 dias de trabalho, sem contar as folhas de corte realizadas fora do turno de trabalho, a máquina teve um tempo de corte de 90 h em 135 h possíveis. Esta diferença de valores revelou uma baixa eficiência na utilização do equipamento de corte laser.

Descrição	Tempo (h)
Tempo total das folhas de corte (inclui trabalho extra)	28,8
Tempo total das folhas de corte (somente no período do turno)	23,3

Tabela 7 – Tempos de corte em 5 dias

Na Tabela 7 são apresentados os valores dos últimos 5 dias do estudo, onde se pode constatar que em 40 h disponíveis a máquina teve um tempo total de corte de 23,3 h, valor também bastante inferior ao pretendido pela administração.

Este estudo veio demonstrar que as ações tomadas pela administração no passado face a sobrecarga do equipamento não foram as mais adequadas, pois em vez de se tentar

umentar a eficiência do equipamento, a solução pelo recurso a horas extra para colmatar as falhas de capacidade.

Depois de analisados os dados constatou-se que no período em estudo, o equipamento teria a capacidade suficiente no horário do turno normal para a carga de trabalho sem necessitar de recorrer a horas extra se houvesse um esforço de redução dos desperdícios.

O que o estudo veio demonstrar é que com uma melhor organização do trabalho o processo de corte laser e o respetivo equipamento, possivelmente não se encontrariam em sobrecarga, conseguindo fazer todo o trabalho dentro do horário normal do turno.

Nos 22 dias de estudo, verificou-se que a máquina de corte teve uma taxa de paragem de 35,3% (ver Tabela 8), ou seja, a sua capacidade de produção foi somente aproveitada em cerca 65%, quando a imagem que passava para a administração é que a sua taxa de ocupação estava perto dos 100%.

Descrição	Tempo (h)	Percentagem
Tempo total de paragem	61,80	35,3

Tabela 8 – Tempo total de paragens nos 22 dias de estudo

Na realidade, o equipamento no passado sempre se comportou como um ponto de estrangulamento. Observava-se um constante acumular de trabalho no equipamento, o que obrigava a administração a recorrer a horas extra para tentar manter um fluxo de produção constante para o restante do processo de fabrico.

Sendo este o equipamento crítico pelo qual transita toda a produção da empresa, o estrangulamento no processo de corte laser dá origem a interrupções no fluxo produtivo, falta de trabalho noutros postos e ao não cumprimento dos prazos de entrega.

Contabilizando as horas efetuadas fora do turno de trabalho (ver Tabela 9), nos 22 dias de estudo, o equipamento não ultrapassou as 175h de laboração efetiva. Isto significa que todos os esforços realizados pela administração com a realização de trabalho extra, podiam ter sido evitados. Ou seja, todo o trabalho poderia ter sido realizado nos 22 dias

de estudo dentro do turno de trabalho, se a redução nas paragens fosse superior às 20,8h, o que representaria uma grande redução de custos para a empresa.

Descrição	Tempo (h)	Percentagem
Tempo total de paragem (incluindo horas extra)	20,8	11,9

**Tabela 9 – Tempo total de paragem da máquina contabilizando as horas extra**

A soma das horas de corte efetuadas pelo equipamento fora do turno de trabalho totalizou 41h, o que representa cerca de 25% (ver Tabela10) das 175h dos 22 dias de estudo. As horas extra realizadas seriam suficientes para o equipamento ter trabalho, numa situação ideal, 175h mais 41h, produzindo mais do que seria possível com um turno de trabalho. Desta forma, toda a capacidade extra que a empresa poderia ter com a realização de horas extraordinárias em termos de produção, não é aproveitada, pois as horas extraordinárias neste caso servem apenas para colmatar a produção normal e não para acrescentar produção.

Descrição	Tempo (h)	Percentagem
Tempo de trabalho em horas extra	41	25

**Tabela 10 – Tempo trabalhado em horas extra**

Na parte final da análise, foi realizado um último estudo, mas já só focado nos últimos 5 dias. Consistiu em analisar quais os tipos de matéria-prima mais consumidos e na contabilização do tempo de troca de mesa da máquina. O tempo médio obtido para a troca de mesa e início de corte, em dez medições, foi de 40 segundos. Este tempo também foi contabilizado como tempo de operação pois entre cada folha de corte obrigatoriamente tem de ocorrer esta paragem.

Os dados são apresentados de seguida na Tabela 11:

Descrição	
Total de folhas de corte realizadas	117
Tempo total (h) de troca de mesa (117 chapas)	0,78

Tabela 11 – Tempo total de trocas de mesa em 5 dias

Nos 5 dias finais do estudo foram cortadas 117 folhas de corte, com um total de 0,8h em trocas de mesa. Por sua vez este valor foi adicionado às 28,8h (ver Tabela 7), resultando no tempo real de trabalho. É com base neste valor que se fez o cálculo do indicador de eficiência OEE do equipamento.

Na Tabela 12 é apresentado um estudo de tempos, segundo os diferentes tipos de matérias-primas, também só para os 5 dias do segundo estudo.

Matéria-prima	Tempo total de corte (h) (sem horas extra)	Tempo total de corte (h) (com horas extra)	Proporção matéria-prima (%)
Ferro	18,4	23,8	80
Alumínio	4,2	4,2	18
Aço-Inox	0,7	0,7	2

Tabela 12 – Corte das diferentes matérias-primas

Pode-se então concluir que a matéria-prima dominante é o Ferro S235, representando cerca de 80% da matéria-prima consumida. O ferro na sua grande maioria é constituído por chapas que permitem alguma margem ao operador para organizar o seu trabalho, entre 10 e 60 min.

Constata-se que é necessário apostar na melhor formação do operador, no que diz respeito à organização de trabalho, pois é possível melhorar bastante as paragens observadas neste estudo.

## 4.5 Cálculo OEE

O parâmetro OEE é um indicador da eficiência do equipamento. Este indicador é um indicador agregado mede a Disponibilidade, o Desempenho e a Qualidade do equipamento em análise, dando origem a um valor que depois é comparado numa escala qualitativa. A Tabela 13 apresenta a fórmula usada no cálculo deste indicador.

Cálculo OEE	Disponibilidade (%)	Performance (%)	Qualidade (%)
Disponibilidade (%) x Performance (%) x Qualidade (%)	$[(\text{Tempo total} - \text{Tempo de paragem}) / \text{Tempo total}] \times 100$	$(\text{Tempo corte} / (\text{tempo total} - \text{Downtime})) \times 100$	$[(\text{Número de unidades produzidas} - \text{Número de defeitos}) / \text{Número de unidades produzidas}] \times 100$

Tabela 13 – Formula de Cálculo OEE

A Tabela 14 apresenta por sua vez os valores resumo usados no cálculo do OEE.

Descrição	Valores (h)
Tempo Total	40
Tempo de paragens	5,28
<i>Downtime</i>	5,28
Tempo de corte	24,08

Tabela 14 – Valores obtidos nos 5 dias

Na Tabela 15 são apresentados os valores obtidos para cada indicador do OEE.

Disponibilidade (%)	Performance (%)	Qualidade (%)	Cálculo OEE
87	69	98	59

Tabela 15 - Valores do cálculo do OEE

O cálculo do OEE para este equipamento foi feito para os últimos 5 dias de estudo e o valor obtido foi de 59%. Este estudo foi realizado através da análise dos dados contidos nas chapas cortadas no período em questão. Estes dados foram inseridos numa folha de cálculo, e incluídos no Anexo C.

- Disponibilidade – 87%, este valor indica que a máquina apenas apresenta uma margem de 13% de folga, no entanto é de salientar que este cálculo é feito com base no tempo total de trabalho, ou seja, as 40h e no tempo de paragem que foi cerca de 5h.
- *Performance* – 69%, este valor já é bastante baixo para o pretendido pela Empresa, mas neste cálculo já entra o tempo real de corte que em 40h foi de 24,08h já contando a troca de mesa da máquina. Sendo este valor o que realmente se pretende melhorar.
- Qualidade – 98%, este valor foi estimado pois como se trata de uma máquina de alta precisão, os defeitos em peças são praticamente diminutos.

O cálculo deste indicador enquadra este equipamento numa eficiência média/baixa como se pode concluir a partir da escala OEE presente na Figura 43.

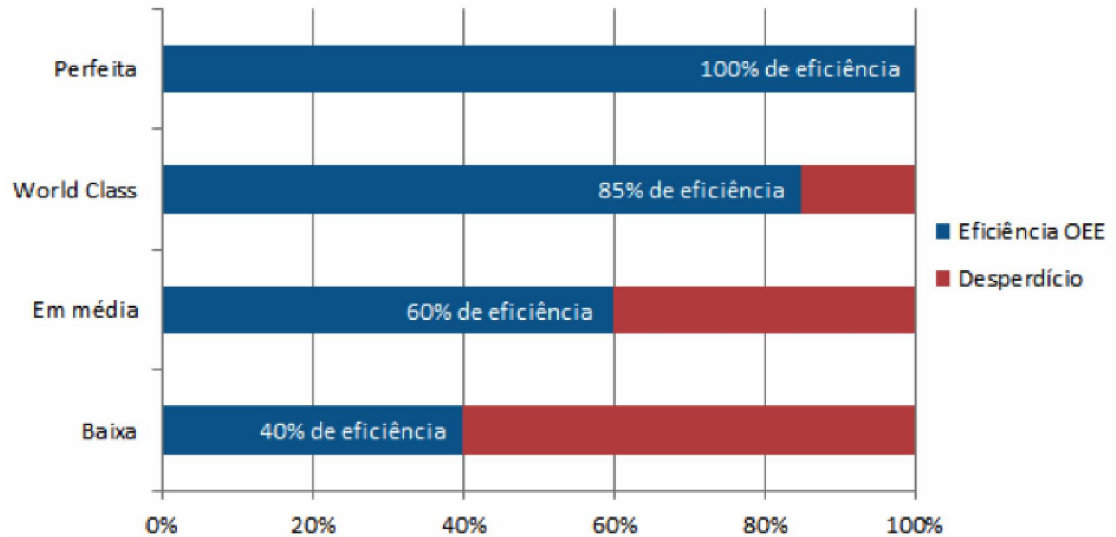


Figura 43 – Escala OEE, (Adaptado de [12])

Em função dos dados obtidos, em concordância com a administração ficou definido como objetivo uma melhoria de 15% da eficiência do equipamento.

#### 4.6 Análises paralelas ao processo Laser

No decorrer do estudo, foram também sentidas algumas dificuldades em zonas vizinhas a este equipamento, principalmente na zona do armazém (pavilhão 3) como foi referido atrás, pois existem vários processos que estão ligados entre o equipamento e o próprio armazém.

Uma das dificuldades mais crítica prende-se com a desorganização das paletes, pois todo o material cortado é colocado em paletes. Sempre que o operador da máquina tem que ir buscar uma paleta, esta não tem um local próprio onde ser colocada, o que por vezes resulta em grandes perdas de tempo.

Outro aspeto que constitui um problema, diz respeito à armazenagem do material que sai diretamente do corte laser para a pintura, sem necessitar de mais nenhuma operação de transformação. O operador da máquina acumula o material cortado numa paleta e encaminha o mesmo para a zona de pintura no armazém. No entanto, como não existe

um local definido onde colocá-lo, o operador tem que esperar pela informação do colaborador do armazém para saber onde colocar a palete.

Todos estes pontos podem ser resolvidos com uma intervenção a nível da reorganização e a melhor gestão do armazém.

#### **4.7 Sumário de problemas/desperdícios identificados**

No decorrer deste trabalho foram identificados vários problemas no que diz respeito ao equipamento de corte laser, e às atividades que interferem diretamente com este equipamento. De seguida é apresentada uma lista sumariando os principais problemas/desperdícios:

- Baixa eficiência do equipamento de corte laser;
- Má organização do trabalho;
- Realização de horas extra para colmatar uma baixa eficiência da produção;
- Falta de apoio ao operador do equipamento de corte laser;
- Má organização do espaço disponível na zona do processo do corte laser.

## 5. IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIAS

Após análise dos dados obtidos no capítulo 4, foi elaborado um plano de ação para melhorar o fluxo produtivo da empresa. Tentou-se com esse plano rentabilizar os recursos da empresa sem implicar investimentos. Para abordar o processo utilizaram-se várias ferramentas do *Lean Manufacturing* como o ciclo PDCA e a implementação dos 5S.

Numa primeira fase a intervenção passou por melhorar o fluxo produtivo, definindo possíveis ações a implementar (*Plan*). Realizou-se uma reunião com a administração da empresa para apresentar as ações de melhoria delineadas. Depois da explanação das propostas de melhoria foram implementadas as medidas que se mostraram mais práticas e essenciais para a resolução dos problemas identificados.

### **5.1 Implementação das melhorias (*Plan*)**

Inicialmente começou-se por analisar e quantificar as paragens anotadas pelo operador, e constatou-se que na sua grande maioria estas deviam-se a duas razões essenciais, que

são: falta de apoio ao operador nos momentos críticos e uma organização deficiente de trabalho por parte do operador.

Chegou-se a essa conclusão através da análise da Tabela 3, que mostra que mais de 65% das paragens deviam-se ao libertar chapa, descarregar mesa e outros fatores. Este último ponto está relacionado com perdas de tempo do operador por má organização de trabalho ou falta de ajuda (ver Anexo A).

As ações definidas passam por se incidir sobre todos os pontos descritos na Tabela 3, tentando assim eliminar todas as ações que não acrescentam valor ao processo produtivo.

O objetivo passou por melhorar o fluxo produtivo, reduzindo tempos de entrega e os custos com o processo.

De seguida na Tabela 16, é apresentado um sumário das intervenções realizadas no processo produtivo.

Plano de ação
Providenciar apoio ao operador da máquina de corte nos momentos críticos do processo
Melhorar a organização da sequência de trabalho
Fomentar o trabalho em equipa
Motivar todos os intervenientes para uma melhoria continua dando a conhecer os resultados conseguidos com o seu trabalho
Apostar na formação dos funcionários
Registar valores obtidos com as intervenções
Analisar os resultados
Gerar conclusões e propor novas medidas de melhoria

**Tabela 16 – Plano de intervenção**

Depois de identificadas as ações a tomar, passou-se então para a fase de implementação das mesmas no terreno.

## 5.2 Fases de Implementação (Do)

Numa primeira fase, realizou-se uma reunião com os operários que vão estar diretamente envolvidos na implementação das ações, onde se explicou quais as etapas do trabalho e o que se esperava deles. Nesta reunião foram também dados a conhecer os resultados obtidos com o estudo efetuado no capítulo 4 e quais os novos objetivos delineados.

Numa segunda fase e depois da reunião, foi criada uma equipa de intervenção de três colaboradores, exclusivamente para atuar no equipamento de corte laser. Um dos colaboradores ficou unicamente incumbido de ajudar o operador do equipamento em todas as ações necessárias, tendo o terceiro ficado de prevenção.

O objetivo destas ações passa por eliminar ou diminuir as perdas de tempo que a máquina tem devido à incapacidade do operador, isolado, realizar o trabalho necessário.

Antes de se começar com todo este processo, foi feita uma ação de formação ao operador da máquina sobre organização do trabalho e trabalho em equipa. Isto por que as novas atribuições do operador envolviam a necessidade de passar a liderar a equipa de trabalho criada.

Este conjunto de ações pretendeu eliminar ou diminuir as perdas registadas na análise descrita no capítulo 4.

Assim foram considerados os seguintes pontos:

**Descarga de mesa** – em diversas ocasiões o operador não tem tempo para descarregar a mesa com material cortado, no intervalo de tempo em que a máquina demora a cortar a chapa em curso. Sendo a máquina mais rápida a cortar uma chapa do que o tempo disponível que o operador necessita para estas tarefas. Com o auxílio de um segundo colaborador disponível para apoio no processo de corte laser, pretende-se eliminar este tempo de paragem. Assim enquanto o operador prepara a máquina para cortar o próximo trabalho, o segundo colaborador já se encontra a descarregar a mesa com o material cortado. Quando o novo trabalho fica disponível para ser cortado, o operador junto com o novo colaborador procedem de uma forma mais rápida à descarga e posterior carregamento de uma nova chapa, ficando a máquina pronta para a próxima

troca de mesa. Todo este processo deve ser bem coordenado pelo operador, providenciando as indicações adequadas para o segundo colaborador.

**Libertar chapa** – durante uma semana de trabalho o operador processa o corte de vários tipos de trabalhos. Estes trabalhos correspondem a diferentes tipos de matéria-prima em várias espessuras. A matéria-prima não se encontra imediatamente disponível para corte na zona do equipamento de corte a laser. Antes, encontra-se armazenada em balotes (ver Figura 36) dispostos em zonas próprias da empresa. Isto implica que haja necessidade de movimentação da matéria-prima por meios manuais ou com ponte rolante, para a proximidade do raio de ação do braço de ventosas que alimenta o equipamento de corte laser. Por vezes o que sucede, é que o operador quando se encontra a cortar um trabalho só com chapa grossa de ferro (4, 5, 6 e 10mm), antes de começar, prepara os balotes e dispõe a matéria-prima de forma a ter fácil acesso à mesma. Porém quando termina o presente trabalho e tem que mudar para um trabalho que consuma outro tipo de matéria-prima, despende um período de tempo significativo a organizar de novo todo o trabalho, tempo em que o equipamento se encontra parado.

Neste ponto atuou-se de duas maneiras:

- Ação de formação ao operador da máquina, com vista a uma melhor organização do trabalho. Se a máquina se encontra a cortar um trabalho de chapa de maior espessura, (o corte nestes casos pode demorar mais de 30min), o operador tem tempo para analisar o trabalho que vai realizar de seguida, podendo começar logo a dispor a matéria-prima e a programar a sequência adequada para os próximos trabalhos. Desta forma, minimiza as paragens e as perdas de tempo.
- Dedicção de um colaborador, em conjunto com este segundo colaborador, o operador pode programar da melhor forma a sequência de trabalho. O colaborador pode começar a preparar toda a matéria-prima necessária para o próximo trabalho, seguindo instruções do operador, de modo a evitar paragens.

Sendo por isso a inclusão do novo funcionário e a formação dada ao operador, tanto em trabalho de equipa como na própria organização do trabalho, fundamental para o melhor

fluxo das tarefas a executar. A única paragem que não pode ser eliminada é a troca de lente ou de bico consoante as matérias-primas ou as espessuras.

**Outros fatores e restantes pontos da Tabela 3** – Para diminuir estes fatores que contribuíram para as perdas, providenciou-se formação adequada ao operador na organização de trabalho. Um outro fator, que também foi importante para a diminuição destas perdas, foi o envolvimento dos colaboradores no trabalho com demonstração de resultados. E claro, a disponibilização de um ajudante a tempo inteiro dedicado ao equipamento. Conforme se pode constatar nos resultados presentes no Anexo A, a maioria das perdas que resultam de paragens observadas com estes fatores puderam ser diminuídas ou praticamente eliminadas.

Para além das ações já referidas em cima foi também aplicado um conjunto de ações extra, que são explicadas de seguida:

- O operador passou a dar prioridade total ao equipamento de corte laser, ou seja, as perdas de tempo descritas pelo operador como por exemplo a espera pela ponte rolante, o ajudar colegas e o descarregar camiões são atividades a eliminar, deixando o operador de tomar parte nas mesmas;
- Atribuir prioridade total ao equipamento de corte laser na utilização dos equipamentos de movimentação, ou seja, na movimentação da ponte rolante e em todas as outras movimentações;
- Troca do gás do equipamento de corte laser, esta operação passou a ser feita pelos dois colaboradores, libertando o operador;
- Descargas de mesa depois do almoço e da noite, passaram a ser feitas por dois colaboradores encurtando o tempo despendido;
- Organização do armazém, como já foi descrito anteriormente, o operador despendia bastante tempo quando necessitava de algo desta zona, devido à sua constante desorganização.

Pretendeu-se com estas ações melhorar o fluxo do processo de corte, eliminando as ações que não acrescentam valor. Simultaneamente, procurou aumentar a eficiência do equipamento de corte 15%.

### 5.3 Análise dos resultados obtidos (*Check*)

Depois de aplicar as melhorias ao processo acima descritas, foram analisados os resultados obtidos no período de uma semana, e comparados com a semana inicial que serviu de ponto de partida.

A Tabela 17 apresenta uma comparação entre os resultados antes da intervenção e os subsequentes.

Descrição	Antes das Melhorias (horas)	Depois das melhorias (horas)	% de melhoria
Soma total do tempo de trabalho numa semana (h) (com horas extra)	28,8	40,8	70,5
Soma total do tempo de trabalho numa semana (h) (sem horas extra)	23,3	31,0	75,3
Horas extra efetuadas (h)	5,9	9,9	59,3
Porcentagem de trabalho feito (sem horas extra)	58,2	77,4	75,3

Tabela 17 – Comparação dos valores obtidos

Como se pode constatar na Tabela 17, houve uma melhoria média de cerca de 70% comparando os valores das duas semanas.

Numa semana com um turno de produção, sem as melhorias, observou-se cerca de 28,8h de trabalho já com horas extra e 23,30h considerando apenas o horário do turno. Com a implementação das melhorias passou-se de 28,8 h para 40,8 com horas extra e de 23,3h para 31,0h sem horas extra, representando um aumento de produtividade de cerca de 20%.

Se considerarmos os componentes cortados em horas extra na semana com as melhorias implementadas, ultrapassou-se as 40h de trabalho semanais. Foi assim possível atingir o real objetivo das horas extra, que consiste em trabalhar mais do que as 8 h do turno.

Na semana de 28/5 a 1/6 em que decorreu o estudo, passou-se de 58,2% de trabalho em horário normal para 77,4%. Pode-se assim concluir que considerando a totalidade do tempo de corte numa semana, a empresa conseguiu realizar cerca de 80% do trabalho dentro do horário do turno. Tendo ainda trabalhado mais horas extra do que na primeira semana, devido a melhor organização do trabalho existente.

No que diz respeito às paragens registadas, houve também uma diminuição como se pode constatar na Tabela 18. Na semana do primeiro estudo sem as melhorias, foram registadas 5,30h de paragens, o que era um valor comum para uma semana de trabalho como se pode constatar no Anexo I. Já na semana do segundo estudo com as melhorias, as paragens desceram para cerca de 2h, ou seja, numa semana com 40h de trabalho foi possível reduzir em mais de 50% as paragens.

Descrição	Tempo (horas)
Avarias	0,5
Pequenos Problemas	0,30
Operador	0
Assistência	0
Gás	0,12
Descarga mesa	0,17
Tirar chapas das horas extra	0,67
Troca lente	0,17
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>

Tabela 18 – Paragens na semana 28/5 a 1/6

Cerca de 33% das paragens estão relacionadas com o descarregar a mesa de chapas que ficam a ser cortadas, sozinhas, tanto à noite como à hora de almoço conforme se pode ver na Tabela 18, cor vermelha.

Comparando os valores, entre o Anexo A e o Anexo B, é possível constatar que o tempo de descarga da mesa passou para metade. Inicialmente o operador demorava cerca de 10 min a descarregar a mesa, agora, com a ajuda do colaborador, este tempo encurtou para

metade cerca de 5 min. Este é um tempo bastante importante para o processo, pois é um tempo impossível de eliminar na totalidade, mas que o operador juntamente com o colaborador passou para metade, pois a máquina fica a trabalhar entre 1 e 3 horas sozinha. Sendo por isso uma perda de tempo suportável e aceitável pela empresa pois não envolve a presença de mão-de-obra nestes períodos.

É também importante referir que nas 2 horas de paragens existentes, cerca de 30% deveu-se a uma avaria do equipamento. Não sendo esta uma situação normal, contudo é passível de acontecer a qualquer momento.

Estas melhorias conseguidas traduzem-se em ganhos de produtividade e de rentabilidade para a empresa.

Todas estas melhorias foram conseguidas usando apenas recursos já existentes na empresa, não tendo sido necessário investir nem em equipamentos nem na contratação de pessoas. O que provou que é possível fazer muito mais, num posto que parecia já estar a ser utilizado na sua capacidade máxima, sem qualquer custo.

Para o sucesso da intervenção foi necessário considerar os seguintes aspetos:

- Um forte envolvimento dos intervenientes;
- Fornecer a formação adequada em técnicas de organização de trabalho e em trabalho de equipa;
- Mudança de funções de dois colaboradores da empresa;
- Priorização do equipamento de corte laser face às restantes atividades da empresa;
- Reorganização do armazém.

### 5.3.1 Avaliação da eficácia com o OEE

Depois de contabilizados todos os dados obtidos na semana com as melhorias implementadas, calculou-se de novo o OEE para o equipamento.

Descrição	Valores (h)
Tempo Total	40
Tempo de paragens	2
<i>Downtime</i>	2
Tempo de corte	32,4

Tabela 19 – Valores obtidos

O cálculo do OEE para este equipamento com base nos 5 dias de estudo, valores na Tabela 19, foi de 79,3% quando o valor obtido inicialmente tinha sido de 59% (ver Tabela 20).

Com uma simples reestruturação na empresa, e com a evolução dos seus intervenientes obteve-se uma melhoria de cerca de 20% quando o objetivo inicial era atingir os 15%.

Os valores obtidos para os três parâmetros do cálculo foram os seguintes (Tabela 20):

Disponibilidade (%)	Performance (%)	Qualidade (%)	Cálculo OEE
95	85	98	79,3

Tabela 20 - Valores do cálculo do OEE

- Disponibilidade – 95%, mesmo no fator disponibilidade que já tinha um valor alto 87% conseguiu-se um ganho de 8%, tendo por isso o equipamento atingido uma taxa de ocupação bastante elevada.

- *Performance* – 85%, aqui obteve-se a melhoria mais significativa cerca de 16%, como era de esperar, pois este era o fator mais suscetível de uma melhoria significativa. Permitiu assim que o equipamento tenha atingido uma *performance* bastante elevada e já muito satisfatória para a empresa.
- Qualidade – 98%, este valor foi estimado e não medido, pois como se trata de uma máquina de alta precisão, defeitos em peças são muito reduzidos.

Com estes novos valores, a máquina passa para um novo patamar de eficiência *World Class*, conforme se pode ver na Figura 43 e que se enquadra mais com os valores pretendidos pela empresa.

#### **5.4 Manter as melhorias Implementadas (*Act*)**

Depois de atingidos os objetivos propostos, é necessário implementar medidas que permitam a manutenção dos mesmos. A empresa sofreu uma alteração e a mentalidade dos colaboradores envolvidos também, mas se não houver mecanismos adequados de manutenção das melhorias tudo pode voltar ao ponto inicial. Sendo por isso necessário haver um grande envolvimento por parte da administração e do departamento de engenharia para que isto não aconteça.

De seguida são inumerados alguns pontos definidos para evitar o retrocesso descrito acima:

- Colocar a folha de paragens (ver Figura 39), a cada quatro semanas, fazendo uma semana de controlo. Este procedimento vai permitir à empresa conhecer se tudo se mantém dentro dos parâmetros, ou se não, identificando assim quais os pontos que estão a afetar o processo;
- De seis em seis meses, providenciar uma ação de formação ao operador da máquina, para que este continue perfeitamente envolvido no processo e munido com as ferramentas necessárias para cumprir da melhor forma o seu papel;

- No final de cada mês reunir com a equipa de intervenção que foi definida no início do trabalho, para conhecer o ponto de situação. Mantendo a equipa coesa e motivada com os objetivos estipulados;
- Na zona do armazém, é extremamente importante manter uma vigilância apertada, pois devido a grande variedade de funções presentes neste, é fácil ficar de novo desorganizado. Para isso é necessário manter o colaborador desta zona, envolvido e motivado para que isto não volte a acontecer.

Estes foram alguns dos pontos definidos para evitar que o processo recue para o seu estado inicial, pois para além de atingir os objetivos, é essencial mantê-los, sendo esta, por vezes a etapa mais difícil.

## **5.5 Organização do Armazém**

O objetivo desta intervenção passou por eliminar todo o desperdício de trabalho e material existente nesta zona da empresa, devido à sua desorganização. Esta desorganização afeta também o fluxo do processo do equipamento de corte laser, como foi explicado no capítulo 4.

Na Figura 44 e 45 é possível ver como se encontravam as zonas antes da intervenção.



**Figura 44 - Armazém antes da Intervenção**



**Figura 45 – Zona de Sucata**

Como a área de implantação deste pavilhão se encontrava sem qualquer tipo de delimitação de espaços, ou zonas próprias para armazenamento, havia uma grande desarrumação. Esta desordem dificultava a movimentação de todos os colaboradores da empresa neste espaço.

Este é um pavilhão, como já foi descrito no capítulo 2, que contém as seguintes secções:

- Armazém de material pronto para expedição;
- Armazém de material semi-pronto, ou, em fase de fabrico;
- Armazém de ferro, barras, perfis;
- Armazém de moldes de montagem;
- Armazém de paletes;
- Área de puncionagem;
- Serrote de corte;
- Estufa de pintura.

De forma a organizar este pavilhão, usou-se a ferramenta do *Lean* dos, 5S em que tudo tem um sítio e tudo deve estar no seu sítio, limpo e pronto a usar. Mantendo-se e melhorando continuamente no futuro.

Os passos tomados para a implementação desta filosofia foram os seguintes;

1. *Sorti (Serii)* significa separar as ferramentas e os materiais necessários, eliminando todos os que não são necessários. Para isso procedeu-se da seguinte maneira:
  - 1.1 Catalogaram-se todos os elementos do armazém e todo o material que já não se encontrava em uso e foram enviados para a sucata;
  - 1.2 Alguns moldes de montagem que não eram usados foram devolvidos ao seu proprietário, ver Anexo E;

Estas medidas deram origem a uma diminuição dos itens em armazém, prevenindo a perda de componentes, tornando o espaço de trabalho mais fácil de usar e criando um local de trabalho sem materiais ou ferramentas desnecessárias.

2. *Stabilize (seiton)* significa marcar os materiais e ferramentas, colocando-as nos locais próprios e identificados, tornando a sua utilização mais fácil. Para isso foram tomadas várias ações:

- 2.1 Todos os moldes de montagem foram pintados de azul para facilitar a sua identificação (ver Figura 46);



**Figura 46 – Pintura dos Moldes**

- 2.2 Criação de armários de arrumação (ver Figura 47);



**Figura 47 – Criação dos Armários de Armazenamento**

- 2.3 Criação de zonas, através da colocação de placas nas paredes (ver Figura 48);



Figura 48 – Placas de Identificação

- 2.4 Definição de locais no pavilhão para colocar matérias-primas, material pronto (ver Figura 49), equipamentos, paletes (ver Figura 50) e outros tipos de materiais;

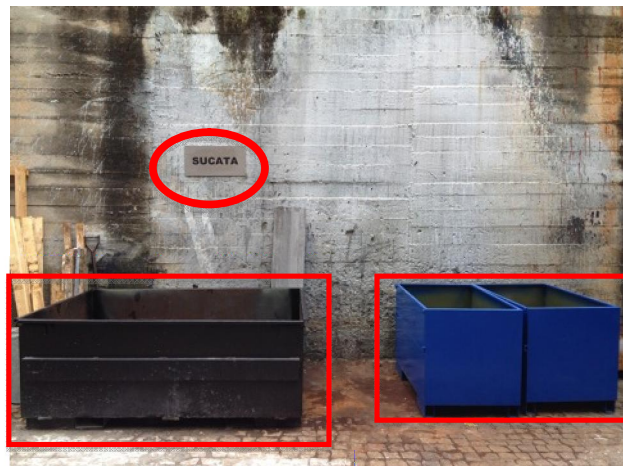


Figura 49 – Definição da Zona de Material pronto



**Figura 50 – Zona de Armazenamento de Paletes**

- 2.5 Criação de uma zona para a sucata, com caixas próprias para a sua arrumação (ver Figura 51);



**Figura 51 – Zona de Sucata**

Estas ações resultam na diminuição do tempo para encontrar o que se pretende, aumento de segurança e na fácil detecção de todos os itens presentes no armazém.

3. *Shine (seiso)* significa eliminar o lixo dos locais de trabalho e manter todos os equipamentos limpos e prontos a usar. Esta ação aliou-se a uma preocupação que a empresa tinha. Assim foram tomadas as seguintes medidas:

- 3.1 Limpeza da zona dos materiais e equipamentos que foram deitados fora;
- 3.2 Criação de uma escala de limpeza para os balneários (ver Figura 52);

Escala de Limpeza  
Balneário 1

Jorge	Paulo	Fernando	Manuel	Adriano	Alípio	Cristiano	Filipe

*Nota:* Independentemente desta escala, durante a semana sempre que se justifique deveria ser feita uma pequena limpeza nas zonas mais utilizadas, mantendo assim as casas de banho sempre limpas. A pessoa encarregue desse serviço deve ser a mesma que tem a escala da semana em causa.

**Figura 52 – Escala de Limpeza para Balneários**

3.3 Criação de uma zona para o lixo e reciclagem (ver Figura 53);



**Figura 53 – Zona de Lixo/Reciclagem**

Os objetivos desta ação passaram por ter um local limpo e fácil de aceder ou usar, boas condições para os colaboradores e ferramentas ou equipamentos sempre em bom estado, e visando a manutenção continua destas ações ao longo do tempo.

4. *Standardize (seiketsu)* significa manter condições ideais no local de trabalho, o que resulta em melhores condições de trabalho e na eliminação de possíveis causas de acidentes. Para isso foram feitas as seguintes mudanças, algumas já indicadas noutros pontos:

4.1 Criação de zonas para cada elemento (ver Figura 54);

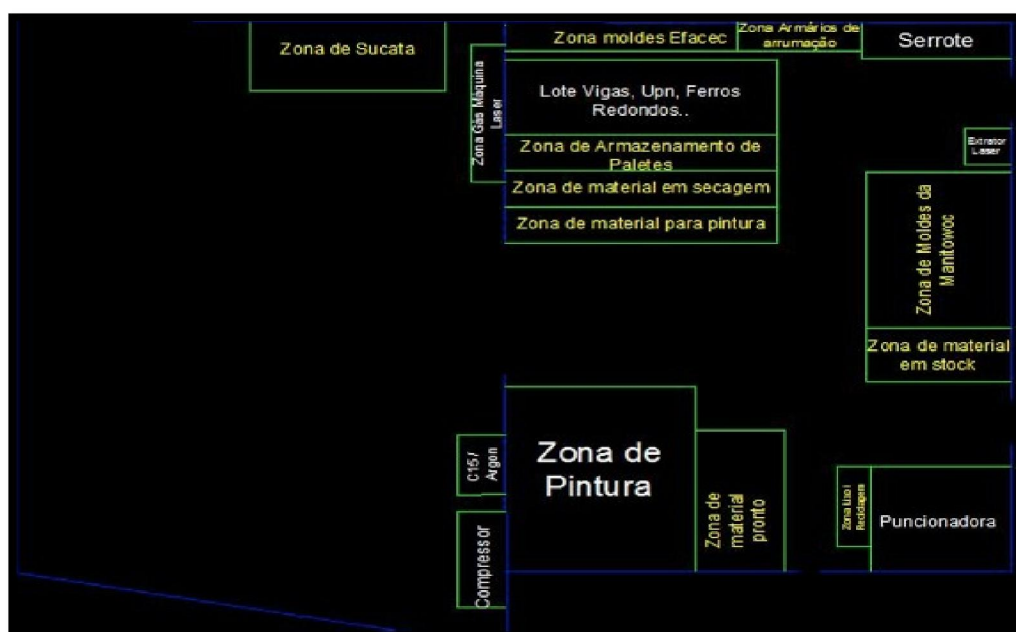


Figura 54 – Layout Armazém

4.2 Identificação visual das zonas através de placas;

5. *Sustain (shitsuke)* significa ter o hábito de manter a política dos 5S. Para manter esta política e eliminar o número de erros resultantes de desatenções adotaram-se as seguintes medidas:



Além das vantagens enumeradas em cima, com a implementação destas medidas o tempo perdido pelo colaborador do equipamento de corte laser, quando se deslocava ao armazém foi encurtado. Com a criação de zonas bem definidas é mais fácil encontrar o que se necessita e saber o local onde colocar o material cortado.

O envolvimento do colaborador responsável pelo armazém neste tipo de ações é bastante importante, pois sem a sua total colaboração e motivação era impossível atingir o grande objetivo destas ações, que é o de manter o novo estado ao longo do tempo. Com o envolvimento dos colaboradores pretende-se, além de manter tudo como foi estipulado, conseguir melhorar com possíveis sugestões dadas pelos próprios colaboradores, pois são eles que trabalham diariamente no armazém, conhecendo todas as suas deficiências e possibilidades de melhoria.

Outro ponto a salientar destas ações foi a criação de uma zona para a sucata, devido a este ser um ponto de grande relevância numa metalomecânica, uma vez que todo o material cortado, rebarbado ou furado gera sobras. Se não houver uma limpeza e arrumação adequada da mesma, origina-se uma grande volume de material espelhado pela empresa, o que resulta no aumento dos riscos de acidentes e diminuindo a mobilidade bem como o controlo visual.

## 6. CONCLUSÃO E PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO

Este trabalho tinha como principais objetivos a melhoria do fluxo produtivo da empresa, a redução dos custos de operação e a diminuição do tempo de resposta aos pedidos dos clientes.

Para atingir estes objetivos usou-se uma metodologia simples com base no *Lean Manufacturing* e no uso das suas ferramentas.

Numa fase inicial fez-se um estudo da empresa e do seu fluxo produtivo, tendo para isso sido identificados os pontos suscetíveis de intervenção como o equipamento de corte laser e a melhor organização da empresa.

Posteriormente mediu-se e monitorizou-se o processo de corte laser, durante um mês, chegando a um valor de eficiência do equipamento de cerca de 59%. Constatou-se que este era um valor bastante baixo para um equipamento crítico no fluxo produtivo da empresa. Este estudo serviu também para identificar quais as ações que não acrescentavam valor ao processo e quais as razões para uma baixa eficiência, quando aparentemente o equipamento parecia sobrecarregado.

Numa segunda fase, foram aplicadas as medidas de melhoria elaboradas, e o processo foi novamente medido e monitorizado durante uma semana. O valor obtido de eficiência para o equipamento foi de 79% o que representou uma melhoria de cerca de 20%.

Por fim foram implementadas várias ações para manter estes resultados no tempo, não deixando que o processo retorne à sua condição inicial. O sucesso destas ações depende da administração da empresa e do departamento de engenharia, pois são estes os responsáveis pela sua implementação e controlo.

Pode-se concluir com a realização deste trabalho que a implementação das medidas de melhoria propostas mostrou ser uma grande mais-valia para a empresa, tendo-se conseguido atingir os objetivos propostos no início do trabalho.

Os resultados alcançados superaram os objetivos estipulados inicialmente, tendo-se conseguido chegar a uma melhoria de cerca de 20% da eficiência do equipamento de corte laser, quando a meta estipulada inicialmente se situava nos 15%.

Com os resultados obtidos neste trabalho, foi possível à empresa obter significativos ganhos financeiros (não quantificados por razões de confidencialidade). Sendo este o equipamento que tem o custo horário mais elevada da empresa, um ganho de eficiência de 20%, traduziu-se no aumento do retorno financeiro semanal, em cerca de 30%.

É também de salientar que os objetivos do trabalho foram atingidos sem qualquer tipo de encargo financeiro extra para a empresa. Provou-se assim que era possível fazer mais e melhor com os recursos disponíveis, eliminando todas as ações que não acrescentavam valor ao processo e organizando melhor o processo produtivo da empresa. Os métodos utilizados foram os seguintes:

- Melhor uso dos recursos disponíveis;
- Mudança de mentalidade de todos os colaboradores envolvidos bem como o seu envolvimento em todo o processo;
- Criação de regras simples dentro da empresa, tanto a nível de movimentação como de prioridades;
- Reestruturação da área do armazém;

Outro ponto a salientar foi a mudança de mentalidade que ocorreu na própria administração, que passou a olhar para todo o processo de fabrico de uma outra maneira. Também é importante referir que os colaboradores envolvidos no processo entenderam perfeitamente o seu papel, sentindo-se integrados e comprometidos com os objetivos traçados. Assim, ficou-se com a noção do que é possível atingir com simples mudanças no processo e com o apoio dos colaboradores envolvidos

Em suma, utilizando as bases da metodologia *Lean Manufacturing* e as suas ferramentas tanto na organização do armazém como no envolvimento da administração e funcionários, procurou-se estabelecer uma nova maneira de pensar e de organizar tanto o trabalho como todo o espaço envolvente. Evitou-se assim desperdícios de tempo com fatores que não são necessários e que não acrescentam qualquer valor ao produto final. Melhorou-se também a satisfação do cliente final, devido à maior prontidão demonstrada pela empresa na entrega de encomendas.

Pela conjugação de todos estes fatores, pode considerar-se que foi um trabalho muito positivo e com resultados bastante satisfatórios tanto para a empresa, como para os seus colaboradores.

## **6.1 Perspetivas de Trabalho Futuro**

Por falta de tempo e recursos não foram implementadas todas as melhorias pensadas para a empresa. De seguida são apresentadas algumas das melhorias possíveis de implementar no futuro:

- Otimização do armazenamento da matéria-prima – é dispensado muito tempo, quando um colaborador tem que ir buscar determinado tipo de matéria-prima, na movimentação dos lotes de chapa. Enquanto que se fosse implementado um sistema de armazenamento por gavetas (ver Figura 56), bastava abrir a gaveta onde está o tipo de matéria-prima pretendida e alimentar diretamente o laser, usando para isso a grua de ventosas, tornando todo o processo mais simples, eficaz e evitando perdas desnecessárias de tempo em movimentações.



Figura 56 - Sistema de Armazenamento de Chapa (Adaptado [13])

- Enraizar a metodologia *Lean* em toda a organização – durante a realização deste trabalho tentou implementar-se uma metodologia *Lean* no processo de corte laser e no armazém. Mas um ponto de melhoria seria a implementação desta metodologia em toda a empresa, chegando a todos os colaboradores, postos e administração, atingindo assim um verdadeiro patamar de empresa “*Lean*”.
- Melhorar o processo de manutenção do equipamento de corte laser – um outro ponto de melhoria seria criar uma folha de manutenção pensada pelo departamento engenharia face às necessidades, definindo um plano de manutenção para o equipamento, não somente as manutenções estipuladas pela fábrica. Muitas vezes o equipamento necessita de uma intervenção para limpeza e não há tempo para esta paragem, devido ao volume de trabalho e dos prazos, o que pode dar origem a possíveis avarias futuras ou mau funcionamento do mesmo. Este plano de manutenção teria como objetivo diminuir o risco de possíveis avarias e fazer com que o operador e administração tenham a consciência de que o equipamento tem que ser limpo e cuidado. Este plano poderia depois ser adequado a todos os outros equipamentos, cada um com as suas especificações.

- Certificar a empresa na área de ambiente e segurança – a empresa encontra-se certificada na área da qualidade como já foi referido no trabalho, mas seria também importante certificar a mesma na área de ambiente e segurança. A empresa já possui praticamente todas as condições para proceder a esta certificação, não sendo este um ponto crítico, mas sim um ponto a realçar na imagem da empresa para os seus clientes face à concorrência.

Estas são algumas das melhorias futuras, propostas através do conhecimento obtido a partir do envolvimento com o funcionamento da F.J. Mourão. Não quer isto dizer que não há mais pontos suscetíveis de melhoria nem de evolução, pois uma empresa encontra-se em constante mudança e a análise feita depende também do ponto de vista de quem está a realizar o trabalho.



## REFERÊNCIAS

- [1] Pinto, João Paulo – Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras, 1ª edição, Lidel, 2009.
- [2] Meyers, Fred and Stewart, James – *Motion and Time Study for Lean Manufacturing, Third edition, 2002.*
- [3] Pinto, J. P. “*Lean Thinking – Introdução ao Pensamento Magro*”. Comunidade Lean Thinking, Julho 2008
- [4] Womack, J. Jones, D. “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*”, 1998.
- [5] Ohno, T. “*Toyota production system: beyond large-scale production*”, Productivity Press, 1988.
- [6] Shingo, S. “*A Study Of The Toyota Production System*”. New York: Productivity Press, 1999.
- [7] LUBBEN, Richard – *Just in Time – Uma Estratégia Avançada de Produção*, 2 edição, MacGraw-Hill, 1988.
- [8] Pinto, J. P. “Criar Valor Eliminando desperdício”, Comunidade Lean Thinking.
- [9] Allwrong. Acedido a 24 de Julho de 2012. Disponível em; <http://allwrong.wordpress.com/2007/07/19/5s-the-antidote-to-clutter/>
- [10] Pinto, J.P. “Melhoria Continua [Kaizen]” Março 2010.
- [11] <http://www.slideshare.net/anandsubramaniam/kaizen-forms-checklists> . Consultado a 14 de Setembro de 2012.
- [12] Citisystems. Acedido a 26 de Julho de 2012. Disponível em, <http://www.citisystems.com.br/oe-calculo-eficiencia-equipamentos-integracao-sistemas/>
- [13] <http://www.cisco-eagle.com/catalog/> . Consultado a 10 de Outubro de 2012.

- [14] AIMMAP. Acedido a 1 Setembro 2012. Disponível em; <http://aimmap.pt/noticias/detalhes.php?id=296>;  
<http://aimmap.pt/noticias/detalhes.php?id=298>
- [15] ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES, José Antonio Valle – *Takt-time: Conceitos e contextualização dentro de um sistema Toyota de produção*. Acedido a 19 Maio 2012, disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v8n1/v8n1a01.pdf>.
- [16] ÁVILA, Paulo – *Metodologia de Análise e Melhoria do Processo*. Acedido a 12 Maio 2012, disponível em, [https://moodle.isep.ipp.pt/file.php/232349/Metodologia\\_de\\_Melhoria\\_do\\_Processo\\_TE\\_MOP.pdf](https://moodle.isep.ipp.pt/file.php/232349/Metodologia_de_Melhoria_do_Processo_TE_MOP.pdf).
- [17] FERNANDO JESUS MOURÃO. Acedido a 5 Maio 2012, disponível em, <http://www.fjmourao.pt/>
- [18] PINTO, João Paulo – *Lean Thinking*. Acedido a 13 Maio 2012, disponível em, [http://www.slideshare.net/Comunidade\\_Lean\\_Thinking/lean-thinking](http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/lean-thinking).
- [19] Portugal Global. Acedido a 25 de Agosto de 2012, disponível em, [http://www.portugalglobal.pt/PT/PortugalNews/Documents/Revistas\\_PDFs/Portugalglobal\\_n47.pdf](http://www.portugalglobal.pt/PT/PortugalNews/Documents/Revistas_PDFs/Portugalglobal_n47.pdf)
- [20] Tecnometal. Acedido a 25 de Agosto de 2012. Disponível em, <http://tecnometal-revista.blogspot.pt/>
- [21] Vida Económica. Acedido a 6 Setembro 2012. Disponível em, [http://www.vidaeconomica.pt/users/0/39/AIMMAP\\_2974cfed631039982744b9ea35316600.pdf](http://www.vidaeconomica.pt/users/0/39/AIMMAP_2974cfed631039982744b9ea35316600.pdf)

ANEXO A : MAPA DE PARAGENS INICIAL

	fds		fds		Fds					Fds		Fds					Fds		Fds													
	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.1	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.1	21.	22.1	23.1	24.1	25.1	26.1	27.1	28.1	29.1	30.1	31.1	1.2	2.2	3.2		
					10min. Lanche manha	20min. Preparação Máquina	20min. Preparação máquina	20min Descarregar mesa	13min Descarregar mesa			25min máquina fria	10min Descarregar mesa/noite	12min Descarregar mesa/noite	10min verificar chapa	15min Descarregar mesa/noite			15min descarga mesa noite	20min Descarregar mesa	15min Descarregar mesa	20min Descarregar mesa	10min Descarregar mesa			15min Ligar máquina	10min lanche	15min Descarregar mesa	30min diversos	10min Libertar chapa		
					30min. Descarregar mesa	10min. Descarregar mesa	10min Descarregar mesa	20min arranjar máquina	15min mesa encravada			10min erro detetado travessas	10min Troca lente	20min avaria máquina					10min Libertar Chapa	20min Gás	45min descarregar chapa camião	10min Libertar chapa				15min Descarregar mesa/noite	20min diversos	20min arranjar travessas		10min lanche		
					20min. Trabalhar numas peças	35min Libertar chapas	40min Troca lente	10min mesa encravada				10min Descarregar mesa/almoço	25min mesa encravada	10min Ajudar sucateiro					15min ajudar colegas	15min Descarregar mesa/almoço		15min 2trocas lentes				12min preparar e testar chapa 4mm	15min Libertar chapa	5min Descarregar mesa		20min Troca lente		
					30min. Parou hora almoço	10min Descarregar mesa	5 min lanche	15min Descarregar mesa/almoço				10min Troca lente	15min mesa encravada	10min Limpar gavetas					10min lanche	10min Libertar chapa		20min Gás				45min Libertar chapa	20min diversos		10min Gás			
					20min. Libertar e tirar chapa	15min Libertar chapa	20min ajudar motorista					10min Troca lente	10min Descarregar mesa / Lanche	15min Descarregar mesa								20min Libertar chapa				10min Libertar chapa	15min Troca lente		20min Descarregar mesa			
					15min Libertar chapa							10min sem ponte	40min ADIRA arranjar máquina									20min Descarregar mesa										
												12min Descarregar mesa																				
												20min arranjar máquina ADIRA																				
Soma de tempos (minutos)	1319				40	115	90	105	53	403		65	112	107	10	15	309		50	65	60	105	10		290		97	45	75	30	70	317
Tempo total de paragem nas tres semanas	21,9833333									6,72							5,15								4,83333333							5,28333333
Média tempo paragem em cada semana	5,49583333																															

*ANEXO B: NOVO MAPA DE PARAGENS*

	28.5	29.5	30.5	31.5	1.6	
	10min mudar quadro gas problemas cnc	5min tirar chapa noite	5min tirar chapa noite	5min tirar chapa noite	5min tirar chapa noite	
	10min tirar chapa (sem ajudante)	5min tirar chapa dps almoço	10 min tirar chapa dps almoço e acerto bico	10min limpar Chiller	5min trocar lente	
	5min tirar chapa dps almoço	5min problema com uma chapa (corten 2mm)	15 min avaria eixos	5min tirar chapa almoço	5min trocar lente	
					10min problema chapa	
					5min erro eixo	
TOTAL	25	15	30	20	30	2

Avaria	30,00	0,50
Pequenos problemas	18,00	0,30
Operador	0,00	0,00
Assistência	0,00	0,00
Gás	7,00	0,12
Descarregar mesa	10,00	0,17
Tirar chapa de horas extra	40,00	0,67
Troca Lente	10,00	0,17
	(minutos)	(horas)

## ANEXO C: TABELAS CÁLCULO OEE

OEE = Performance (%) x Qualidade (%) x Disponibilidade		<b>Disponibilidade (%) =</b> [(Tempo total-Tempo de paragem)/Tempo total]x100	<b>Performance (%) =</b> (Tempo corte/ (tempo total-Downtime))x100	<b>Qualidade (%) =</b> [(Numero de unidades produzidas-Numero de defeitos)/Numero de unidades produzidas]x100	
	Cálculo OEE Modelo antigo	0,87	0,69	0,98	58,98
	Cálculo OEE Modelo Novo	0,95	0,85	0,98	79,28

## ANEXO D: COMPARAÇÃO DE TEMPOS DE CORTE

	SEMANA DE ESTUDO 28.5 A 1.6						SEMANA DE ESTUDO 30.1 A 3.2					
	Horas trabalho	Horas trabalho com h. extra	Total s/h. Extra interno	Total c/h. Extra interno	Total s/h. Extra publico	Total c/h. Extra publico	Horas trabalho	Horas trabalho com h. extra	Total s/h. Extra interno	Total c/h. Extra interno	Total s/h. Extra publico	Total c/h. Extra publico
	31,48	40,81					23,30	28,77				
Fe	30,93	40,26					18,37	23,85				
Aluminio	0,36	0,36					4,21	4,21				
Inox	0,19	0,19					0,71	0,71				
Tempo Trabalho total com troca mesa	32,36	41,69					24,08	29,55				

# ANEXO E: GUIA DE TRANSPORTE

**INDÚSTRIA METALÚRGICA** GUIA DE TRANSPORTE

**Fernando Jesus Mourão & C.a, Lda.** N.º 7822

Capital Social 33 459,24 - Matrícula N.º 17498 no C. R. C. do Porto - NIPC 500 112 380  
 RUA ALTO DE BARREIROS 1336 - MONTEZELO - GONDOMAR  
 TELÉFONOS 224 898 493 / 224 801 804 - FAX 224 500 907  
 4510-485 FANZERES

Alçargosas e condutores para águas pluviais - Quedagem de chapa até 3000 mm x 7 mm e corte da mesma até 13 mm  
 Construção soldada - Equipamentos e ferramentas especiais para execução de variados perfis para construção civil

Gondomar, 15 de Maio de 2012

Exmo. Sr. Thurton  
Rua de Boqueiros 315  
5515-106 Fanzeres

VI REQUISIÇÃO N.º \_\_\_\_\_  
 VI NIPC 500102509

QUANT.	DESIGNAÇÃO
1	Tolda de Tântalogen de escopas

811  
 Local de carga Fanzeres - Saída 15.05.12 às 15h Local de descarga Fanzeres

IP COURO, Rua Monte de São Bartolomeu, 271, G.A., 10 114, 50-3 7501 e 8000. Vitoria 20.06.12



# ANEXO F: Certificação da APCER

**apcer** ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE CERTIFICAÇÃO **Certificado de Conformidade**  
Certificate of Registration

NÚMERO 2007/CEP.3069  
Número

APCER - Associação Portuguesa de Certificação certifica que o Sistema de Gestão da Qualidade de  
 APCER - Associação Portuguesa de Certificação certifies that the Quality Management System of

**FERNANDO JESUS MOURÃO & Cª, LDA.**  
 Rua Alto de Barreiros, 1336 Montezelo  
 4510-485 FANZERES - GONDOMAR  
 PORTUGAL

Implementado na produção e comercialização de componentes metálicos com diversas aplicações na indústria em geral, cumpre os requisitos da norma  
 implemented in the production and commercialization of metallic components with several applications in industry in general, meets the requirements of the standard

**NP EN ISO 9001:2008**  
 Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos  
 Quality Management Systems - Requirements

Data de emissão 2010-12-31  
Date of issue

Válido até 2013-12-30  
Valid until


José Leitão  
CEO

Qualquer esclarecimento adicional sobre este certificado pode obter-se consultando a APCER  
 any additional clarification concerning this certificate may be obtained by consulting APCER


APCER - Associação Portuguesa de Certificação  
 Edifício de Serviços de Expresso, 2.º andar, Av. Dr. António Macedo  
 4450-617 Leça da Palmeira  
 www.apcer.pt

IAF ENAC CERTIFICATION  
 APCER parceiro da ISNet

# ANEXO G: Certificado de Soldadores



Organismo Notificado nº 0038 - Directiva 97/23/CE  
Organismo de Certificação de Pessoas com a Acreditação IPAC nº 0004



IPAC IPAC  
acreditação creditação  
3302 Inspeção 0304 Certificação Pessoal

**CERTIFICADO DE QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR**

Página 1 de 2

1 DESIGNAÇÃO (068): EN 287-1 135 P FW 1,1 S H,5 PB all

2 Especificação do Procedimento de Soldadura do Construtor: **FW 01** Certificado Nº: **201120541**

3 Nome do Soldador: **ANDRÉ MANUEL CASTRO SOARES**

4 Identificação: **1213497**

5 Método/Arquivo de Identif.: **B1/AVEIRO** Fotografia (se requerido)

6 Data e Local de Nascimento: **22-03-1981, PORTO**

7 Empregador: **FERNANDO UEBUS MOURÃO & Cª, LDA**

8 Código / Norma de Qualificação **EN 287-1 + A02:2006**

9 Conhecimentos Tecnológicos: **NÃO TESTADOS**

	Corpo de Prova		Domínio de Validade	
	135	135H	135, 135H	S, T
14 Processo(s) de Soldadura	135	135H	135, 135H	S, T
15 Forma do Produto (Chapa ou Tubo)	P	P	P	P
16 Tipo de Soldadura	FW	FW	FW	FW
17 Grupo(s) de Material Base	1,1	1,1	1,1, 1,2, 1,4	1,1, 1,2, 1,4
18 Consumível de Soldadura (Design.)	S	S	S, H	S, H
19 Gás de Protecção	MA	MA	MA	MA
20 Auxiliares (e.g. gás de purga)				
21 Espessura de Material (mm)	1,6	1,6	1,6, 2,0	1,6, 2,0
22 Diâmetro Exterior do Tubo (mm)	0	0	0-100	0-100
23 Posição de Soldadura	PB	PB	P, PB	P, PB
24 Detalhes da Soldadura	H	H	H	H

Tipo de Ensaio	Realizado e Acerto		Não Ensaado	Examinador: <b>Álvaro Ferreira</b>
	S	NR		
25 Inspeção Visual	S	NR	NR	Emissão: <b>Ortô, 30 de Junho de 2011</b> Receptor: <b>OCIS</b> Organismo de Certificação Sectorial - Soldadores Data de Validade: <b>2011-05-24</b> Data de Fim de Validade: <b>2013-05-24</b> Ver Nota 1 no Verso
26 Radiográfico		NR	NR	
27 Part. Magnéticas		NR	NR	
28 Penetração		NR	NR	
29 Microscópio	S		NR	
30 Fractura		NR	NR	
31 Destrugem		NR	NR	
32 Ensaio Adicionalis			NR	

33 Confirmação da validade da Qualificação pelo empregador/coordenador soldadura para os 6 meses subsequentes (ver 9.2)

Data	Assinatura	Título ou posição
24/11/2011		
24/05/2012		
24/11/2012		

34 Prolongamento da Qualificação pelo Organismo de Inspeção para os dois anos subsequentes (ver 8.3)

Data	Assinatura	Título ou posição

Identificação dos valores válidos  
Parâmetros Ensaio ou de Processo  
Translation of certified text  
certified values only  
Tradução dos subgrupos imprimíveis  
do ensaio

Org. ISO 2002:2004 - Instituto de Estatística e Qualidade - ISEQ/ISIR - Organismo de Certificação e Confirmação de Pessoas - Dr. Prof. Dr. Carlos Silva, N.º 1 - Telêf. - Telex 48 2765-000 Porto Alegre - Portugal  
Tel. + 351 22 2002001 - Fax +351 22 2002002 - 2011-05-24 01 - 09/2013 000-001  
Para 2013, esta validade está confirmada por acordo celebrado com o ISEQ/ISIR. Para mais informações, consulte o website do ISEQ/ISIR em www.iseq.iseq.pt ou tel. 22 200 128

# ANEXO H: Certificado de Pintura

**CERTIFICADO DE FREQUÊNCIA**



CIN - CORPORAÇÃO INDUSTRIAL DO NORTE, S.A.

Certifica que **SR. FILIPE RICARDO DA SIEVA OLIVEIRA**

frequentou a **acção de formação para clientes de INDÚSTRIA - TINTAS LÍQUIDAS**

com a duração de **18** horas, pelo que lhe foi passado o presente Certificado.


Mais, **02** de **Outubro** de **2008**

  
 Departamento de Recursos Humanos

## ANEXO I: Certificado de Colagem



# ANEXO J: Folha de NC

 <b>FJMourão</b>		<b>FICHA DE NÃO CONFORMIDADE (FNC)</b>		FNC n.º ____ / ____ Data: ____ / ____ / ____	
Não conformidade: Real <input type="checkbox"/> Potencial <input type="checkbox"/>		Interna <input type="checkbox"/> Reclamação Externa <input type="checkbox"/>		Cliente: OP/ENC:	
Descrição do produto:		Códigos:		Quant.:	
Descrição da Não Conformidade:		Custos Não qualidade:			
Responsável pela identificação/detecção da NC:				Data:	
Causas:					
Acção de Correção:					
Responsável:				Data:	
Acção Correctiva : Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Acção Preventiva: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>					
Descrição das Acções:				Responsável pela implementação	Data
AC/AP implementada: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>				AC/AP eficaz: Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>	
Rubrica Responsável		Data		Rubrica Responsável	
Data		Rubrica Responsável		Data	

10Q005.1

# ANEXO L: Caminhos Possíveis de uma encomenda

