



André Tiago Silva Grilo

TÉCNICAS DE MELHORIA CONTÍNUA APLICADAS A UMA SECÇÃO DE CORTE DE LASER

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

2018

UNIVERSIDADE D
COIMBRA





FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Técnicas de Melhoria Contínua Aplicadas a uma Secção de Corte Laser

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Continuous Improvement Tactics Applied to a Laser Cut Department

Autor

André Tiago Silva Grilo

Orientador

Professor Doutor Cristóvão Silva

Júri

Presidente Professor Doutor **Pedro Mariano Simões Neto**
Professor Auxiliar da Universidade Coimbra

Vogais Professor Doutor **Paulo Joaquim Antunes Vaz**
Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Viseu
Professor Doutor **Cristóvão Silva**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientador Professor Doutor **Cristóvão Silva**

Colaboração Institucional



Prilux-Estufas e rega
agrícola Lda.

Coimbra, Setembro, 2018

O impossível existe até que alguém duvide dele e prove o contrário.

Albert Einstein

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais. Sem eles e sem a confiança que depositam em mim não seria possível chegar aqui.

Agradeço aos meus avós, pelo carinho que sempre me deram e pela motivação para poder terminar o curso.

Agradeço à Daniela, por ter sido a responsável por chegar a bom porto. Sem ela não chegaria ao fim.

Um agradecimento também a todos os que partilharam casa comigo. São amigos para a vida.

Agradeço ao professor doutor Cristóvão Silva pelo acompanhamento e dedicação nesta fase final.

Agradeço à Prilux por me permitir aprender e me acolher tão bem.

Resumo

O presente trabalho incidiu no uso de técnicas de melhoria na empresa Prilux. Esta empresa é uma PME situada na região Aveiro e está inserida no ramo da metalomecânica há cerca de 2 anos. É neste ramo que incidirá todo o trabalho, especificamente no corte de laser.

O trabalho teve a duração de seis meses e ocorreu sempre em ambiente fabril. Neste período, o trabalho esteve concentrado sobretudo em três grandes fases: a recolha de dados, a análise de dados e a implementação de medidas corretivas.

No início do projeto foram definidos com a empresa alguns objetivos que proporcionassem rápidas melhorias em todo o ciclo produtivo. A empresa queria, sobretudo, que acabassem os problemas com os clientes devido aos atrasos, que o espaço fosse reorganizado e que a máquina de corte produzisse mais.

Durante o primeiro mês decorreu sobretudo a fase de recolha dados. Esta esteve focada sobretudo no processo produtivo. Foram retirados tempos de todas tarefas realizadas pelo operador e pela máquina.

Paralelamente foram sendo encontrados os 7 desperdícios lean. Esta ferramenta ajudou a perceber quais eram os maiores desperdícios maiores e os prejuízos que provocavam à produção. Os desperdícios mais acentuados neste processo foram sobretudo os de tempo de espera e de sobreprocessamento.

Na fase seguinte, a de análise de dados, foi criado um modelo BPMN de modo a entender o processo, foi calculado o OEE para aferir a rentabilidade da máquina, encontraram-se as causas para as paragens da máquina e analisaram-se padrões para a sequência de trabalhos.

Com foco sobretudo na melhoria do OEE, na 3ª fase aplicaram-se várias melhorias no departamento. De destacar os que produziram maiores efeitos e os que receberam maior abertura por parte dos colaboradores: introdução do planeamento diário com

atenção aos padrões encontrados anteriormente, mudança do BPMN eliminando uma tarefa desnecessária e encontro do peso mínimo para aproveitamento de um retalho. Foi possível assim melhorar o OEE em 20%. Este valor implica todo um conjunto de melhorias que tiveram de existir para tornar este valor possível.

Palavras-chave: Corte-Laser, OEE, BMNP, Melhoria Contínua

Abstract

This work focused in the application of improvement tactics in the company, Prilux. This company is a little/medium company situated in the Aveiro's region and works in metalworking at approximately 2 years. This project will be about metalworking, especially about laser cutting.

This work lasted 6 months, always in factory environment. During this time, the work was focused in three big phases: data collection, data analyses and the implementation of corrective measures. In the beginning of the project were defined some goals with the company that were able to provide quick improvements in the productive cycle. The company wanted, above all, to put an end to the problems with the clients due to delays, to reorganize the work space and that the cutting machine would be more productive.

The first month was mainly for data collection. This data collection focused, primarily, on the productive process. Were collected times of all the tasks of the worker and of the machine.

Alongside this, were found the 7 lean wastes. This tool helped understand which ones were the biggest wastes and those who were responsible for more losses to the production. The more pronounced losses in this process were, above all, waiting and over processing times.

In the next step, the data analyses, was created a BPMN model so the process could be understood, it was calculated the OEE to measure the machine profitability, were found the causes to machine stops and standards were analyzed for the sequence of works.

Focused on the OEE improvement on the third phase, were applied many improvements on the department. To highlight the ones that produced more effect and the ones that were accepted better by the employees were: introduction of the daily planning considering the standards previously found, changing the BPMN cutting one unnecessary task and was found the minimum weight for the use of a retail.

This way was possible to improve the OEE in 20%. This value implies a set of improvements that needed to exist to make this possible.

Keywords Laser- cut, OEE, BMNP, Continuous Improvement.

Índice

Índice de Figuras	xii
Índice de Tabelas	xiii
Siglas	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.1. Enquadramento	1
1.1.2. Objetivos Gerais	1
1.1.3. Metodologia	1
2. Revisão bibliográfica	3
2.1. Lean thinking	3
2.2 Lean Manufacturing	3
2.3. Os 7 Tipos de desperdícios	4
2.4. Técnicas e Ferramentas Lean	5
2.4.1. Kayzen	6
2.4.2. TPM	7
2.4.3. OEE	9
2.5. BPMN	11
3. Estudo de caso	13
3.1. A empresa	13
3.2. O problema	13
3.3. Departamento de corte de laser	14
3.3.1. A equipa	14
3.3.2. Organização	14
3.3.3. Processo Produtivo	15
4. Recolha de dados	23
4.1. 7 Mudanças	24
4.2. Tratamento e Análise de dados	25
4.2.1. OEE	31
4.2.2. Sequenciação	33
4.3. Retalhos	35
5. implementação	37
6. Conclusão	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXO A Questionário a clientes	46
ANEXO B – base de dados de retalhos	48
ANEXO C – FOLHA DE PLANEAMENTO	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pontos chave do Kaizen.....	6
Figura 2 Os 8 pilares do TPM.....	7
Figura 3 Resumo perdas do OEE.....	9
Figura 4 As seis grandes perdas.....	10
Figura 5 Princípios do corte de laser.....	15
Figura 6 Mesa de corte laser.....	16
Figura 7 Cabecote durante o corte.....	16
Figura 8 Balote de chapas paletizadas.....	17
Figura 9 Piercing.....	18
Figura 10 Amarração.....	18
Figura 11 Programa Lantek.....	19
Figura 12 Modelo BPMN inicial.....	20
Figura 13 Modelo BPMN tarefas paralelas.....	21
Figura 14 Motivo de paragens.....	29
Figura 15 Layout da matéria prima.....	30
Figura 16 Peças cortadas antes de retirar.....	31
Figura 17 Gráfico Multi-Vari.....	34
Figura 18 Retalhos.....	35
Figura 19 Acesso aos retalhos.....	35
Figura 20 Novo espaço de receção.....	37
Figura 21 Identificação das paletes.....	38
Figura 22 Nova arrumação dos retalhos.....	39
Figura 23 Folha de planeamento.....	40
Figura 24 Registo por trabalho.....	41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Dados relativos a tempos	26
Tabela 2 Cruzamento de motivos de paragem	28
Tabela 3 Cruzamento de dados de sub-tarefas.....	29

SIGLAS

BPMN - Business Process Model and Notation

CEO – Chief Executive Officer

OEE - Overall Equipment Effectiveness

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

1. INTRODUÇÃO

1.1.1. Enquadramento

O presente trabalho foi elaborado no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra e teve como objetivo desenvolver um estudo de caso em ambiente fabril na empresa Prilux.

A Prilux é atualmente uma das maiores empresas a nível nacional na montagem de estufas, porém, a empresa está a dar os primeiros passos na área da metalomecânica sobretudo no corte a laser onde quer tornar-se uma referência e alcançar o mesmo nível que os principais rivais.

Para possibilitar que a Prilux se torne uma referência foi proposta a utilização de ferramentas de melhoria contínua e que fosse adotada no departamento do corte de laser uma filosofia Lean.

1.1.2. Objetivos Gerais

Os principais objetivos desta dissertação são:

- Implementação de uma nova filosofia no departamento do corte de laser e que seja, futuramente, aplicada em toda a empresa;
- Obtenção de resultados a curto de prazo na empresa;

1.1.3. Metodologia

O projeto dividiu-se em várias etapas, algumas realizadas em paralelo. A metodologia adotada foi:

- Conhecimento geral da empresa – os processos, as diversas interligações entre os diferentes setores e os seus colaboradores. Nesta fase, o foco principal esteve no

setor do corte a laser pois ia ser o objeto de estudo. Aqui, para uma melhor adaptação, passou-se por todas as tarefas que os colaboradores desenvolvem;

- Recolha de dados - exclusiva ao sector do corte laser. A recolha foi feita no chão de fábrica através de observação, medição de parâmetros com interesse ao problema e identificação das variáveis que a este pertencem;
- Revisão de literatura- decorreu paralelamente às duas fases anteriores e prosseguiu até ao final do projeto;
- Análise e tratamento de dados – foram identificados padrões, fatores críticos e transformaram-se todos os indicadores em gráficos e tabelas com suporte de programas informáticos;
- Escolha das melhorias a aplicar de imediato e a médio prazo – decisões tomadas em conjunto com a administração. Foi também abordada a melhorar forma de as medidas serem implementadas para que os funcionários não oferecessem resistência à mudança.;
- Recolha de dados do pós-implementação das medidas de melhoria – estes dados foram analisados e comparados com a situação inicial;
- Fase de conceção da dissertação – escrever a dissertação a partir dos dados recolhidos e da revisão literária.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Lean thinking

A origem da filosofia Lean originou-se com o sistema TPS - Toyota Production System, que surgiu depois da segunda guerra mundial no Japão numa época em que os recursos eram escassos. O sistema Ford que existia, dominado pelos Estados Unidos, consistia em grandes linhas de montagem, mas com pouca variedade de produtos. Assim, surgiu a oportunidade de com uma escala menor, criar uma variedade maior de produtos.

Para ser possível competir com o sistema de Ford, o sistema Toyota teve como bases principais o foco no cliente e a eliminação do desperdício (Ohno, 1997).

Os grandes impulsionadores do TPS foram Ohno, Toyoda e Shingo. Eles aplicaram várias técnicas que levaram ao sucesso deste sistema, sendo estas: sistemas JIT; troca rápida de ferramenta, diversidade de produto, pequenos lotes de produção, identificação rápida dos problemas parando a produção.

A Toyota torna-se um caso de sucesso e, em 1990, faz com os autores Womack Jones e Daniel Ross se referiam pela primeira vez ao termo Lean no livro *The machine that changed the world*.

2.2 Lean Manufacturing

Segundo a filosofia lean os princípios básicos para uma organização produzir valor e reduzir desperdícios são: (Womack, Jones, 2003)

- **Especificar valor** – Apresentar o produto que o cliente deseja no tempo certo e com o valor certo;
- **Identificar a cadeia de valor** - A empresa deve identificar e analisar toda a cadeia de atividades que são necessárias para a criação do produto;

- **Fluxo contínuo** - Devem ser eliminadas todas as atividades e processos que não acrescentam valor, por exemplo, desperdícios;
- **Sistema Pull** - A produção é pedida pelo cliente, é este que controla aquilo que deseja e quando. Este princípio está diretamente relacionado com o JIT, ou seja, a quantidade certa no momento certo;
- **Perfeição** - Com os quatro princípios anteriores em prática devem ser removidos todos os desperdícios à medida que são encontrados.

2.3. Os 7 Tipos de desperdícios

Em japonês a palavra desperdício chama-se “muda”. Estes sete tipos de desperdícios foram propostos por Ohno que considera que desperdício *é tudo aquilo que não agrega valor ao cliente*. Para Fujio Cho, também da Toyota, desperdício *é tudo o que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto*” (Susaki, 2010). Já segundo Womack *Desperdício é qualquer atividade humana que absorve recursos mas não cria valor como: erros que exigem retificação, produção de itens que ninguém deseja, acumulação de mercadorias de stocks, etapas de processamento que na verdade não são necessárias*.

Assim, os 7 mudas estão divididos em:

- **Sobreprodução** - A produção planeada ultrapassa as necessidades do cliente ou acontece antecipadamente. Este tipo de desperdício leva ao consumo de mais mão-obra, mais ocupação de espaço, transporte e ocupação maior da máquina. Normalmente este desperdício acontece pelo facto de as organizações quererem produzir lotes longos com a expectativa de diminuir os tempos de set-up e produzir de maneira a que os defeitos de qualidade sejam compensados.
- **Tempos de espera** - Quando os equipamentos, pessoas ou matérias não estão disponíveis quando são requisitados. Este desperdício pode ser causado pelo planeamento deficiente, pela falta de manutenção, e por equipamentos

inapropriados. Como consequência existe uma quebra de produção e atrasos a clientes, que provocam um aumento dos custos.

- **Transporte** - Todas as deslocções de pessoas, matérias e informação estão englobadas neste desperdício. O fator principal para este desperdício são os layouts das organizações que provocam transportes mais longos, com maior tempo.
- **Movimentos** - Refere-se aos movimentos que as pessoas têm de fazer para realizar uma determinada operação. Este desperdício é provocado sobretudo pela má organização do espaço de trabalho.
- **Sobreprocessamento** - Os processos sejam para corrigir problemas de qualidade ou processos que por vezes são duplicados. Todos estes processos não geram uma mais-valia ao cliente e, por consequência, são desperdícios. Eles ocorrem sobretudo devido aos processos mal documentados, falta de formação do pessoal e requisitos de qualidade superiores aos pedidos pelo cliente.
- **Stock** - Todos os excessos de matérias primas, produto ou equipamentos que são necessários para satisfazer os pedidos. O stock é geralmente mencionado como “a mãe de todos os males”. O problema do excesso stock tem a ver sobretudo com o problema da ocupação de espaço e com a sua manipulação. Também é preciso ter em conta a sua depreciação. O combate a este desperdício passa pelo sistema JIT.
- **Defeitos** - Todos os materiais que necessitam de novos trabalhos, de triagem e, conseqüentemente, podem ser considerados sucata, estão presentes neste tipo de defeito. Estes defeitos têm origem na falta de formação, falta de manutenção dos equipamentos e processos obsoletos.

2.4. Técnicas e Ferramentas Lean

Para realizar o trabalho foram estudados os modelos BPMN que, não sendo considerado como ferramenta Lean, foram usados em substituição do VSM, o OEE, TPS e kayzen

2.4.1. Kayzen

Kayzen, ou seja, melhoria contínua, é uma filosofia criada por Massaki Imai. Para (Ohno, 1997) *quando aplicada ao local de trabalho, é uma metodologia baseada na identificação “contínua” de oportunidades de melhoria, na sua análise e implementação imediata em toda organização. Esta metodologia envolve todos os processos de produção e administrativos, e colaboradores de uma organização.* A melhoria contínua assenta, em grande parte, em conseguir fazer pequenas melhorias todos dias.

Para que seja possível instalar a filosofia Kayzen numa organização é necessário haver transformações culturais nessa empresa. No processo de implementação é necessário envolver todas as partes no projeto, desde o chão de fábrica ao CEO. Todos eles têm um papel ativo e fundamental no sucesso do projeto. Segundo Imai, um gestor devia ocupar 50% do seu tempo no processo de melhoria.

É fundamental que se apliquem pequenas melhorias diariamente, só assim é possível que os colaboradores se mantenham comprometidos no projeto e que não ofereçam resistência quando tiverem de ser aplicadas.



Figura 1 Pontos chave do Kaizen

Como é possível ver na imagem, os pontos estratégicos desta filosofia incentivam a quebra de pressupostos pré-definidos, a envolvimento de todos os colaboradores e resultam na recolha de resultados a curto prazo, o que promove a motivação de todos os envolvidos a continuar o projeto.

2.4.2. TPM

A manutenção total produtiva (TPM) surgiu nas décadas de 60/70. É resultado da junção na manutenção preventiva originária nos estados unidos com os primeiros passos da manutenção autónoma no Japão. Foi testada pela primeira vez em 1971, no Japão, por Nippon.

Os principais objetivos do TPM passam pela maximização do rendimento global do equipamento e desenvolvimento de um sistema integrado de manutenção com o envolvimento de todos os departamentos. Para Nakajima (1989) TPM é um *Sistema de Manutenção que envolve a participação de todos os setores da empresa, principalmente Produção e Manutenção, com objectivo da melhoria na eficiência dos equipamentos e na responsabilização de todos na manutenção*. Já para Womack e Jones (2003) o TPM é uma metodologia que visa alcançar o desempenho esperado dos equipamentos, garantindo que não surjam interrupções ao longo dos processos produtivos. Atualmente, existe a preocupação de conceber sistemas eficientes que reduzam o aparecimento de problemas numa lógica de melhoria contínua.

O TPM assenta em 8 pilares principais:

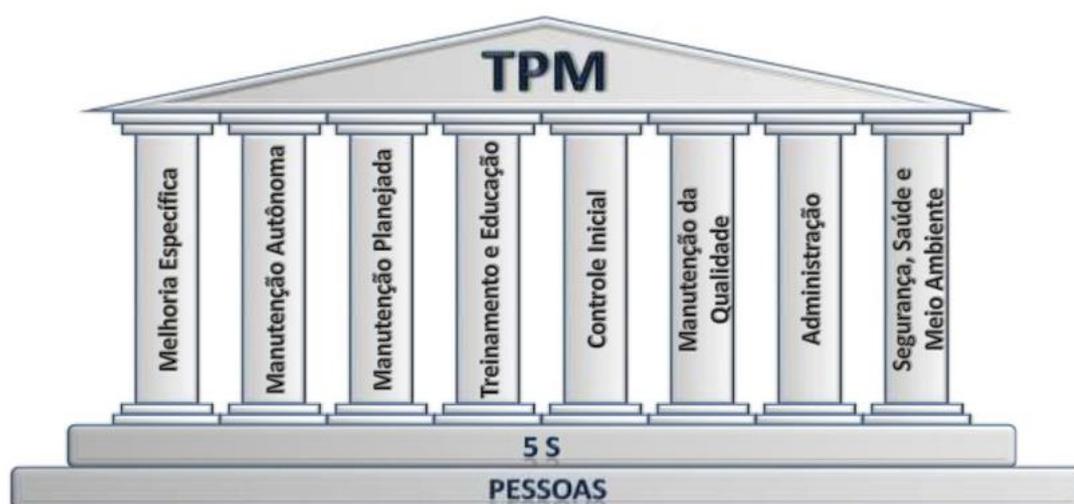


Figura 2 Os 8 pilares do TPM

Melhorias específicas - Visa atacar grandes os grandes problemas no processo, sejam eles de métodos, pessoas, equipamentos ou administrativos.

Manutenção autónoma - Capacitação dos trabalhadores para fazerem a manutenção básica preventiva das máquinas que operam. Esta etapa só é possível *com o aumento da capacitação das pessoas ou melhoria da qualidade do pessoal* (Yamaguchi, 2005).

Manutenção planeada - Definição de datas de acordo com as falhas previstas para se proceder à manutenção.

Treino e Educação- É essencial para os intervenientes conhecerem o TPM para executarem os outros pilares. *Nenhum dos outros pilares descritos caminha se o ser humano, o funcionário, não estiver melhorando, estiver ganhando novos conhecimentos.* (Lampkowski, Masson, Carrijo, 2006, p. 19).

Controlo Inicial - O objetivo é garantir produtos com baixa probabilidade de defeito e fácil manuseamento. Depois de concretizada a compra é necessário minimizar o tempo de instalação até à produção ficar correta e com a máxima produtividade. (Yamaguchi, 2005).

Manutenção da qualidade- Este pilar tem o objetivo de manter a qualidade de produção com objetivo de ter zeros defeitos. Com o avançar do tempo leva à diminuição de reclamações dos clientes e o número de homens para inspeção.

Administração - Tem o foco de melhorar os processos administrativos, principalmente na gestão de informação.

Segurança, saúde e meio ambiente- Protege os trabalhadores de acidentes assim como previne acidentes que possam afetar o meio ambiente. Para Freitas (2009, p.4) as fases de atuação devem ser as seguintes:

- Identificações de perigos, aspetos, impactos e riscos;
- Eliminação de perigos e aspetos;
- Estabelecimento do controle de impactos e riscos;
- Treinamento em segurança, saúde e meio-ambiente;
- Inspeções de segurança;
- Padronização;
- Gestão autónoma.

2.4.3. OEE

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), como apresentado anteriormente, pertence à ferramenta TPM, mas é cada vez mais utilizada fora desta. *OEE* é o indicador que serve para avaliar o desempenho global de máquinas e processos e ao mesmo tempo identificar os problemas associados à eficiência da produção (Hansen, 2002). O OEE é a base do processo de melhoria contínua em equipamentos.

Para o cálculo deste indicador são necessários calcular os seguintes fatores chave:

- Disponibilidade; $\frac{\text{tempo produção real}}{\text{tempo total}}$
- Performance; $\frac{\text{tempo de produção—micro paragens—subprodução}}{\text{tempo de produção real}}$
- Qualidade $\frac{\text{tempo produção de qualidade efectiva}}{\text{tempo de produção real líquido}}$

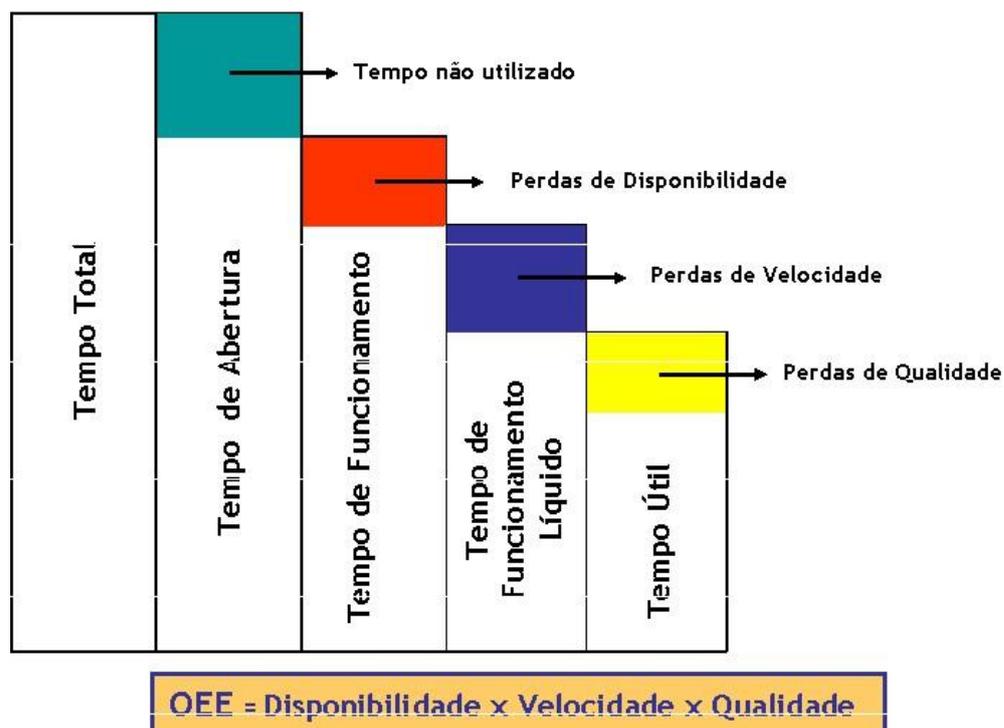


Figura 3 Resumo perdas do OEE

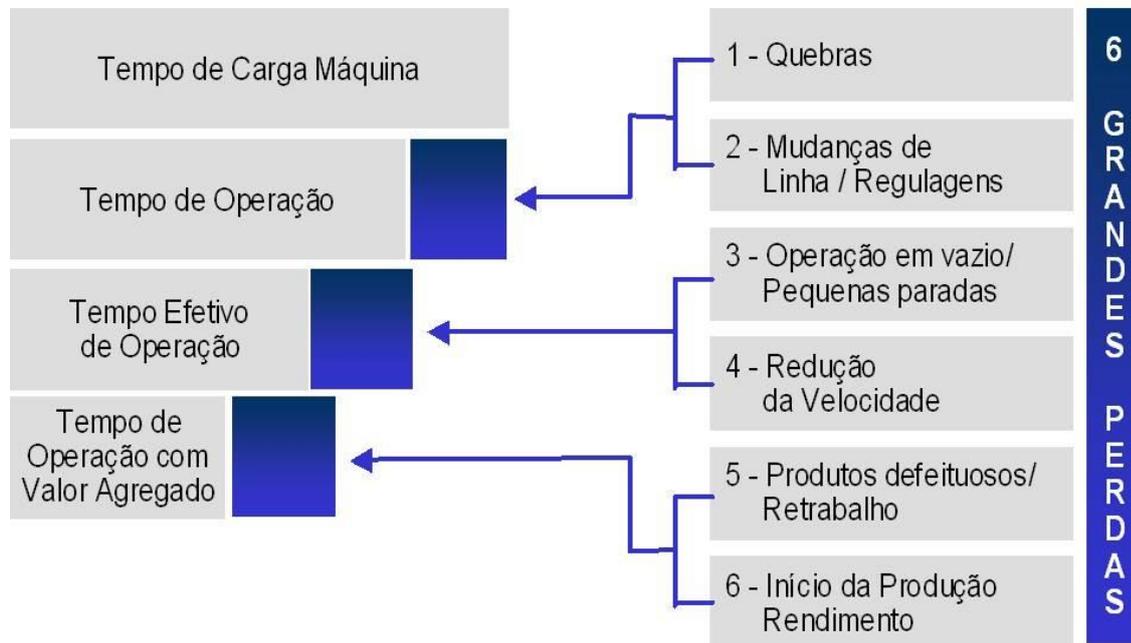


Figura 4 As seis grandes perdas

Na tabela anterior podem-se encontrar as 6 grandes perdas. Pertencem duas a cada item calculado para o OEE. Os valores padrão do OEE variam consoante o setor, máquina e processo produtivo, não havendo valores completamente definidos para aquilo que é bom ou mau. Contudo, de uma forma geral é possível entender que acima de 85% são valores de classe mundial. Os valores médios situam-se entre os 65% e 75% na maioria das organizações

2.5. BPMN

O BPMN serve, principalmente, para a gestão de negócios, símbolos padrão para facilitar a compreensão. Estes símbolos estão divididos em:

- Objetos de Fluxo
- Objetos de Conexão
- Raia de piscina
- Artefactos

A ideia principal do BPMN é criar um mecanismo simples para criação de modelos de processos de negócio (White, 2009).

3. ESTUDO DE CASO

3.1. A empresa

A Prilux nasceu em 1992, fundada pela já existente JPrior. Situada em Ponte de Vagos é especialista em fabricar, comercializar, distribuir e instalar estruturas, especialmente para estufas metálicas, estruturas para sistemas de rega e armazéns/pavilhões metálicos.

A empresa encontra-se em expansão e há cerca de dois anos mudou para instalações novas, por esse facto, decidiu também apostar na metalomecânica com vista a poder produzir todo o material necessário para os seus produtos finais. Para isso adquiriu uma máquina para corte de laser.

3.2. O problema

O estudo de caso realizado teve como foco o processo produtivo da secção de corte laser. Todos os trabalhadores alocados a esta secção foram chamados a participar diretamente no estudo realizado.

A escolha do processo de corte laser por parte da Prilux deve-se a:

- Processo recente na empresa;
- Ser a máquina com mais tempo em contínuo a funcionar;
- A máquina mais complexa;
- O acumular de problemas diários.

Dentro dos problemas identificados previamente pela Prilux os mais graves e frequentes são:

- Atrasos a clientes;
- Prazos de entrega longos;
- Necessidade de fazer horas extra;
- Acumulação de stock de sobras de chapa.

Tendo em atenção os problemas expostos pela empresa, optou-se por utilizar ferramentas de melhoria contínua e o uso da filosofia Lean, para erradicar ou minimizar estes problemas.

3.3. Departamento de corte de laser

3.3.1. A equipa

A equipa é composta por cinco elementos divididos pelas divisões de planeamento/orçamentação (dois elementos) e produção (três elementos).

3.3.2. Organização

O departamento atualmente está dividido em 3 partes:

Orçamentação – Na orçamentação é onde começa todo o processo com a receção dos pedidos de cotação dos clientes externos. A cotação tem como principal variável se o material é fornecido pelos clientes ou se é material próprio. Os orçamentos são enviados aos clientes e, quando aceites, os trabalhos passam para o planeamento.

Planeamento - Todos os trabalhos pendentes são escalonados seguindo vários fatores. São organizados pelos mais urgentes e pelo gás utilizado na assistência de corte. A lista de tarefas é entregue na produção todos os dias, ou seja, o planeamento é feito diariamente. Durante o dia geralmente ocorrem alterações na lista de tarefas consoante a urgência dos trabalhos que aparecem.

Produção - A produção atualmente funciona em dois turnos, tendo sido já testado o terceiro turno nas semanas de maior fluxo de trabalho.

3.3.3. Processo Produtivo

3.3.3.1. Laser fibras

A secção do processo de produção dispõe de um laser de fibras que tem como principais características o baixo consumo energético, grande velocidade de corte e ser ideal para trabalhar chapa fina. Usa gás de apoio ao corte de azoto, no caso de ser chapa de aço até 2 mm e oxigénio para espessuras superiores a 2 mm.

A máquina laser é essencialmente constituída por: duas mesas corte, uma no interior e outra no exterior que trocam automaticamente; uma cabeçote laser que tem como consumíveis o fusível, proteção de lente e boquilha (que deve ser mudado consoante o tipo e espessura do material a cortar); e uma consola responsável por pôr a máquina em funcionamento.

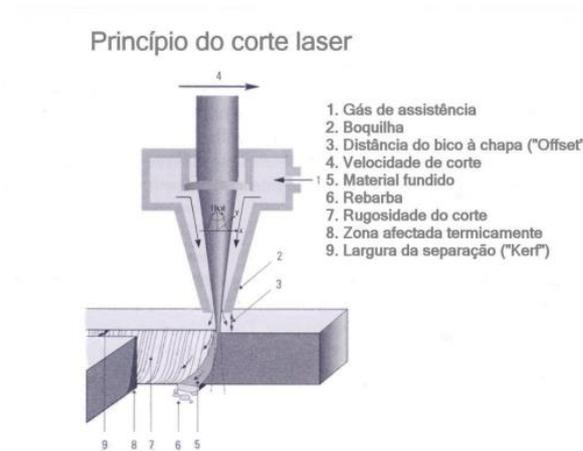


Figura 5 Princípio do corte laser



Figura 6 Mesa de corte laser

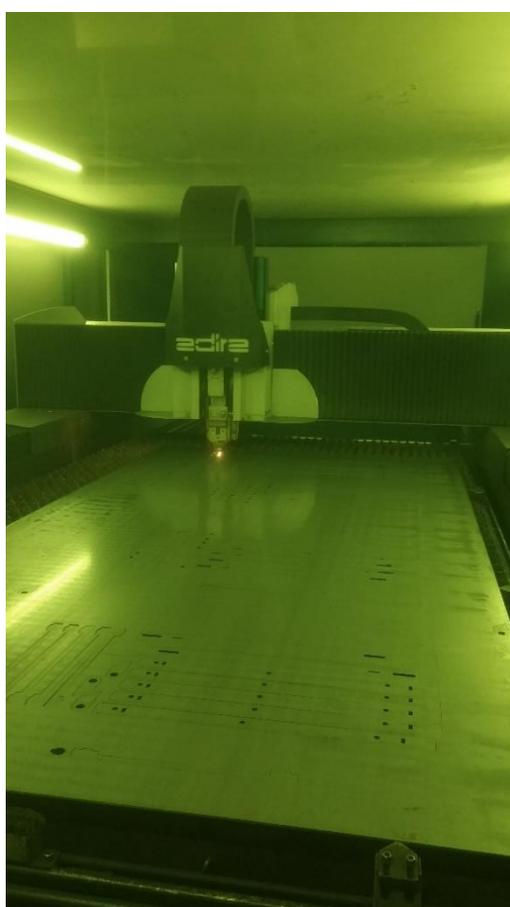


Figura 7 Cabecote durante o corte

3.3.3.2. Matéria-prima

As matérias primas que são usadas no corte laser nesta empresa são, aços do tipo dc01, dd11, s235; aço zincado, cobre, alumínio e inox. Os mais frequentes são os aços e o

inox. A matéria prima é comprada normalmente em balotes de chapa de 3000x1500mm ou 2500x1250. Também são usados pequenos pedaços de chapa (retalhos) que sobram das séries maiores de produção, para depois serem usadas em micro séries de produto.



Figura 8 Balote de chapas paletizadas

3.3.3.3. O Produto

O produto derivado do corte laser tem uma enorme variabilidade. Apenas os produtos para consumo próprio são mais estáveis, todos os outros geralmente são produzidos uma única vez. Também as séries são bastante curtas.

As peças cortadas pela secção laser podem ser um produto acabado pronto para expedição ou então semiacabado. O produto acabado é normalmente vendido a clientes externos numa lógica de *make to order* e o semiacabado é quase na totalidade para uso próprio, passando normalmente pelo processo de quinar ou estampar

3.3.3.4. A Produção

Na produção os colaboradores devem manter a máquina laser em funcionamento o máximo de tempo possível a fim de evitar perdas.

O início do ciclo na produção começa com o recurso ao software Lantek que é usado para mecanizar, ou seja, escolher virtualmente os pontos onde o laser começa a cortar a peça. Pode ser cortada de duas formas:

- *Piercing* - No caso de o corte iniciar e finalizar não deixando nenhum pedaço de material por cortar, como é apresentado na figura 10. Este tipo de mecanização é utilizado em peças mais pesadas ou com geometrias regulares.

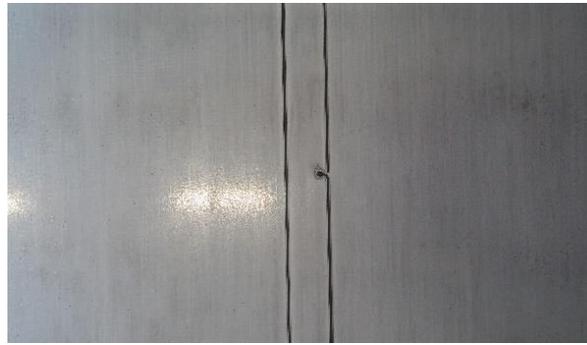


Figura 9 Amarração

- *Amarração* - O laser para e deixa um pequeno espaço de material por cortar. Este processo é visível na figura 9. Este tipo de corte usa-se sobretudo em peças leves e com geometrias irregulares.

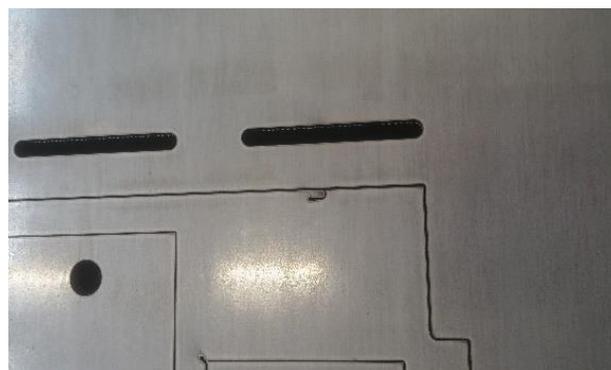


Figura 10 Piercing

A mecanização é um ponto chave no sucesso do corte sobretudo nas variantes relativas à qualidade do produto, segurança do corte e tempo. Mecanizações com *piercing* levam a

cortes de maior qualidade e mais rápidos, porém, não revelam a mesma segurança de corte que as amarrações. As amarrações dão estabilidade à peça, não ficando solta e com isso eliminando a possibilidade de a cabeça de corte ao passar próxima da peça embater nesta, provocando danos na cabeça de corte.

O passo seguinte é o *nesting*, processo que preenche a chapa virtual no Lantek com as peças a cortar otimizando a chapa e aproveitando para cortar o maior número de peças no menor espaço de tempo. Depois de concluído estes dois passos passa-se o programa para a rede da máquina.

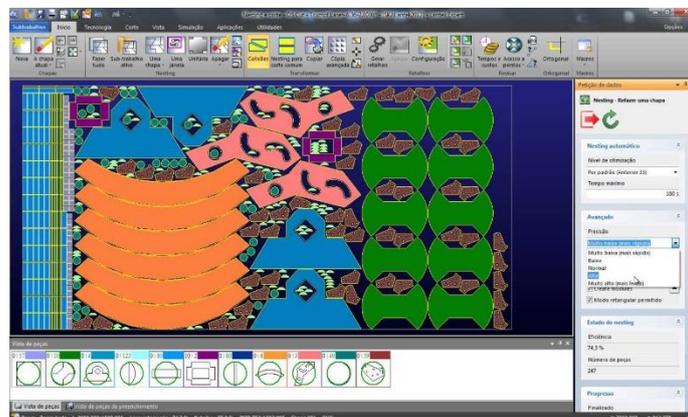


Figura 11 Programa Lantek

Antes de dar a ordem de corte é necessário verificar a boquilha e o gás de assistência para a espessura e características do material a cortar, e, caso não seja a correta, deve ser substituída.

Quando o corte avança deve ser cortada sempre uma peça de teste, com o propósito de verificar as tolerâncias dimensionais e a qualidade do corte. Se algum destes parâmetros estiver fora da conformidade deve calibrar-se o laser e/ou mudar os parâmetros de corte.

Se tudo estiver a funcionar corretamente o corte continua. De seguida em paralelo ao corte o operador retira as peças do corte anterior que estão na mesa no exterior da máquina, as peças são novamente verificadas em termos de qualidade, as peças conformes são arrumadas e seguem para armazenamento ou expedição. De seguida é colocada uma

nova chapa com recurso à ponte rolante ou ao empilhador na mesa exterior e fica assim a mesa de corte abastecida, aguardando pelo fim do corte da outra mesa.

No final do corte, as mesas de corte são trocadas e começa assim um ciclo novo. Nos tempos mortos é pedido aos funcionários que procedam à arrumação e limpeza do local.

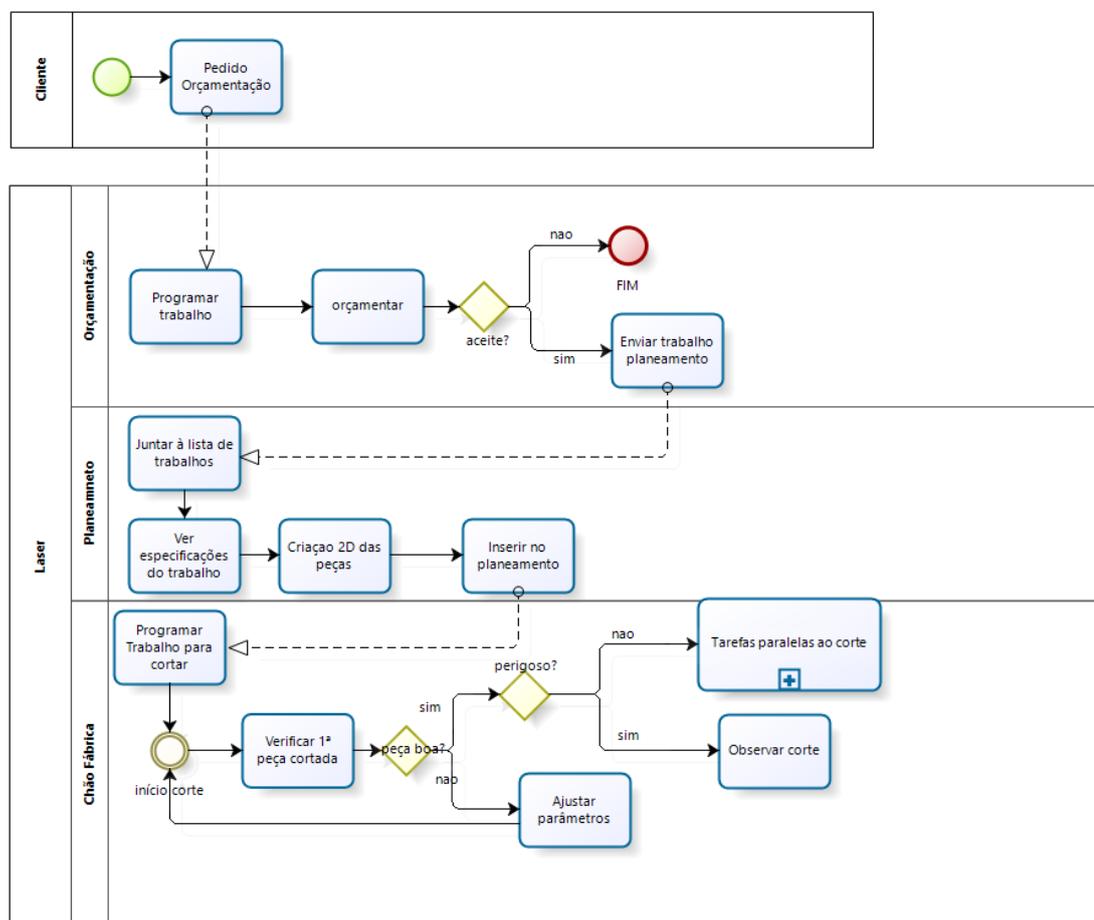
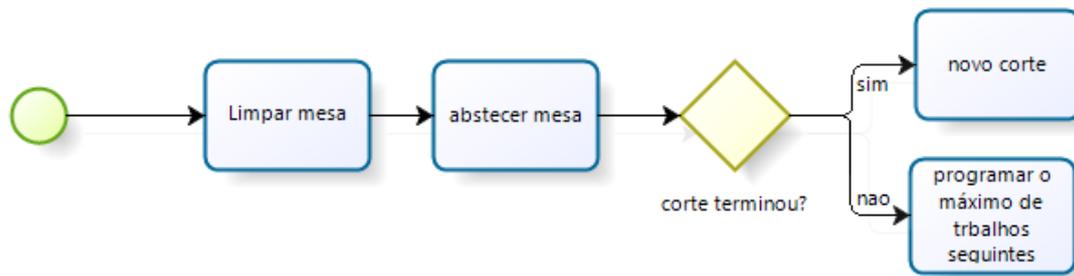


Figura 12 Modelo BPMN inicial



Powered by
bizagi
Modeler

Figura 13 Modelo BPMN tarefas paralelas

Os dois modelos anteriores simplificam todo o processo para de forma intuitiva todos os intervenientes a possa entender. No modelo apresentado podemos verificar todas as tarefas simplificadas e onde há tomadas de decisão.

4. RECOLHA DE DADOS

1ª Fase

A primeira fase é a de observar e de participar ativamente nas tarefas dos operadores, com o objetivo de compreender, adquirir sensibilidade para perceber como funciona o processo e passar pelas dificuldades que os operadores sentem.

Nesta fase de observação, com duração de uma semana, foi possível entender melhor as causas dos problemas inicialmente comunicados pela empresa. Estes problemas manifestam-se desde que a máquina começa a laborar. Para além dos problemas identificados pela empresa, identificaram-se ainda os seguintes:

1. Falta de apoio de outro colaborador;
2. Zona de armazenagem de chapa é a mesma que a de tubo;
3. Faltam sítios definidos para a receção e expedição de material;
4. A máquina está parada frequentemente;
5. Falta de formação do pessoal.

2ª fase

Na segunda fase foram recolhidos tempos e dados do processo:

- Tempo de *set-up*;
- Tempo de paragens não forçadas;
- Percentagem de peças com defeito;
- Material usado;
- Dimensões material;
- Causas para as paragens não forçadas.

4.1. 7 Mudanças

Depois de concluída a fase de recolha de dados foi possível identificar os principais desperdícios que ocorrem em todo o processo.

Sobreprodução

A máquina está frequentemente a produzir peças de uso interno para o departamento da produção de estufas em maior número do que o necessário. Para além da produção em excedente, estas peças podem ser de pouca utilização. Este problema reflete a falta de comunicação entre departamentos.

Tempos de espera

Este desperdício é provavelmente o que tem maior peso e mais impacto negativo na produção. É frequente esperar pelo planeamento, por materiais e pelo operador.

Transporte

O transporte via ponte rolante ou empilhador por vezes demora demasiado tempo visto que alguns materiais estão demasiado longe da máquina laser.

Sobreprocessamento

O existente sobreprocessamento é o processo de programação que é feito duas vezes. A primeira vez é feita pela orçamentação apenas com o objetivo de ver o material necessário (em área) e o tempo de operação. Na 2ª vez é feito tendo em conta os pormenores técnicos de modo a que todo o corte não tenha problemas e é realizado pelo operador.

Excesso de stock

Como referido anteriormente as peças resultantes da sobreprodução ficam em stock permanecendo aí por longos períodos de tempo. Existe também um stock de matéria

prima descontrolado, sobretudo de retalhos e de aço inox, não existindo qualquer dado sobre os stocks existentes.

Defeitos

Os defeitos mais frequentes são peças com rebarba e peças trocadas nas especificações que tem de ir para a sucata.

O retrabalho é frequente, especialmente na limpeza de rebarba nas peças ou mesmo para retirar as peças do esqueleto que fica da chapa. É necessário cortar com a rebarbadora a peça que fica soldada ou esqueleto.

Movimentos

Os movimentos não têm grande impacto no processo, contudo, há movimentos desnecessários. Os movimentos mais relevantes são o de ir buscar o empilhador ou a ponte rolante que por vezes estão no lado oposto da máquina corte laser. Outro movimento desnecessário e que acontece todos os dias é a necessidade de um elemento do planeamento ter de ir ao chão de fábrica.

4.2. Tratamento e Análise de dados

Esta fase teve a duração de 10 dias durante 8 horas, percorrendo ambos os turnos de maneira a que amostra seja o mais fiável possível.

Tabela 1 Dados relativos a tempos

Nº de Ensaios	Tempo Total	Tempo paragem não forçada	Tempo Set-up
100	77h	22h	3h

O número de ensaios são todos os cortes, ou seja, desde que começa o corte até ocorrer o *set-up*.

Os ensaios tiveram tempos de ciclo entre 1 minuto e 4 horas, o que reflete a enorme variedade de trabalhos existentes.

O tempo total foi todo o tempo da recolha de dados, as paragens não forçadas são paragens que a máquina registou que não são expectáveis e o *set-up* é o tempo de troca das mesas de corte.

Nesta primeira fase de recolha de tempo foi possível agrupar em 6 causas diferentes o motivo para o qual a máquina tinha de esperar para começar novamente a cortar estes foram.

Afinações

- Calibração do feixe laser - esta operação acontece quando se troca de gás ou de *nozzle*;
- Alteração de parâmetros de corte - são necessários quando as peças saem com rebarba ou com erros dimensionais;
- Todas as afinações para alterar parâmetros de corte acontecem em chapa com espessura igual ou superior a 8mm.

Estas operações são obrigatórias e só possíveis de realizar quando a máquina laser não estiver a cortar.

Programação

Operação de mecanizar, elaborar *nesting* e passar para a consola da máquina. Esta ação é obrigatória pois todos os cortes necessitam de um programa. Deve ser realizada, se possível, no período em que a máquina está a cortar. De modo a evitar futuras paragens é possível criar programas para o maior número de cortes dentro do tempo que a máquina corta.

Esta causa surge quando a programação é mais complexa e o operador necessita de mais tempo para a concluir. Surge também em casos que o corte seja rápido e o operador não tem tempo de começar a programar no período de corte.

Retrabalho/defeitos

Por vezes as peças cortadas não saem com a qualidade pretendida, podendo mesmo ficar soldadas ao esqueleto da chapa. Quando acontece é necessário rebarbar e limar as peças de forma a que possam ser ainda aproveitadas. Este tempo despendido com defeitos leva ao atraso de todo o ciclo e, conseqüentemente, à paragem da máquina.

Layout

O layout fabril tem alguns constrangimentos, entre eles a matéria prima das várias secções produtivas encontrarem-se no mesmo local, não existirem pontos de receção nem expedição, os espaços estarem mal-organizados e os locais de armazenamento da chapa serem inadequados. Todos estes fatores levam ao acumular de material fora do lugar e sem identificação e conseqüentemente a mais tempo gasto.

Planeamento

A sequência de trabalhos normalmente não tem em conta a duração de corte, assim, quando passamos de corte longos para cortes curtos o operador não tem tempo

para retirar todas as peças da mesa de corte. Também se inclui no planeamento as ordens de planeamento deficientes ou que não estão prontas a tempo.

As causas descritas estão muitas vezes associadas entre si, como mostra a tabela seguinte onde o nº numa escala de 0 a 5 é o relacionamento.

Tabela 2 Cruzamento de motivos de paragem

Interligação	Descrição	Nº
Programação/Planeamento	O planeamento tem de ter em conta o tempo de programação para que a programação não se prolongue além do tempo de corte	5
Planeamento/Afinação	O planeamento para que os cortes sejam semelhantes entre si reduzem o número de afinações.	5
Planeamento/Layout	Planeamento com distância de vários trabalhos permite que estes sejam procurados com antecedência.	4
Afinação/Defeitos	A afinação é essencial para que não ocorram defeitos.	4
Programação/Defeitos	É possível reduzir os defeitos com uma melhor disposição do nesting e uma mecanização mais segura.	3

Com esta tabela foi facilmente identificada a causa que mais ligações tem com outras. O planeamento tem uma relação bastante forte com todas as outras causas sobretudo a Afinação e Programação.

Do total das 100 amostras ocorreram problemas em 50 delas. Esta foi a distribuição dos tempos de cada uma:

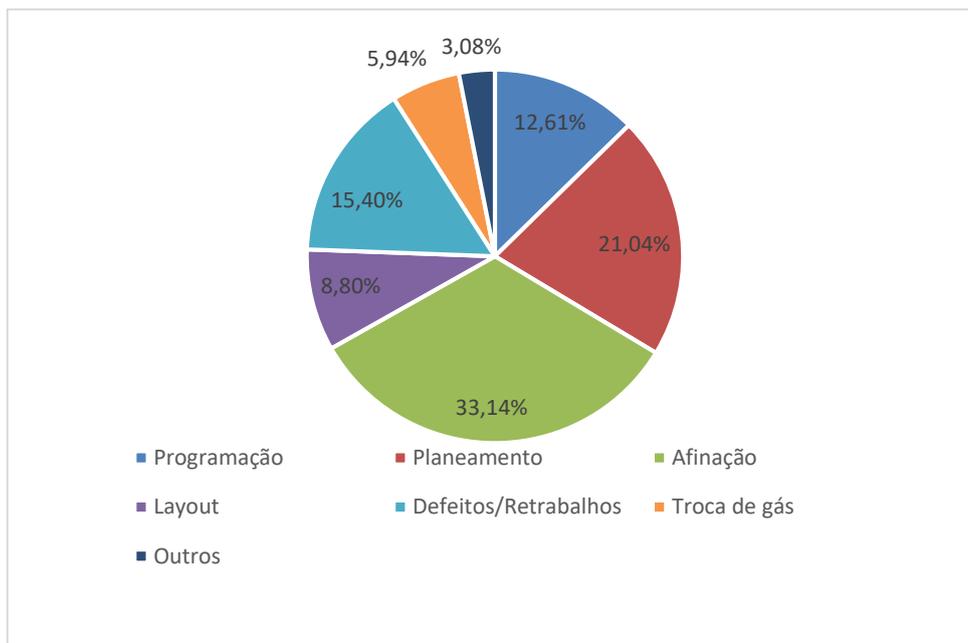


Figura 14 Motivo de paragens

Os motivos com maior peso são afinações, programação e planeamento, como visto anteriormente estes três problemas estão bastante interligados pelo que é espectável que o melhoramento de um leve ao melhoramento do outro.

A segunda fase de medições foi mais breve visto que a amostra observada era mais estável. Estas fases tiveram como foco os tempos de sub-tarefas do processo.

Tabela 3 Cruzamento de dados de sub-tarefas

Abastecimento mesa corte/min.	Programação	Limpeza de mesa
3 a 19 min	1 a 45 min/trabalho	9 pcs/min

O abastecimento da mesa de corte via ponte rolante, empilhador e manual varia entre 3 e 19 minutos. Quando o material esta próximo, arrumado, identificado e sem outros materiais a incomodar, por exemplo, paletes em cima, demora 3 minutos. Quando os materiais se encontram em sítios de difícil acesso é necessário realizar várias operações com o empilhador para chegar até ele, o que faz com que o processo demore até 19 minutos. Neste caso da figura foi necessário retirar um molhe de paletes de cima da palete onde estava o material a usar.



Figura 15 Layout da matéria prima

Aquando da limpeza da mesa, ou seja, retirar todas as peças cortadas da mesa exterior para uma caixa ou palete, são arrumadas em média 9 peças por minuto.

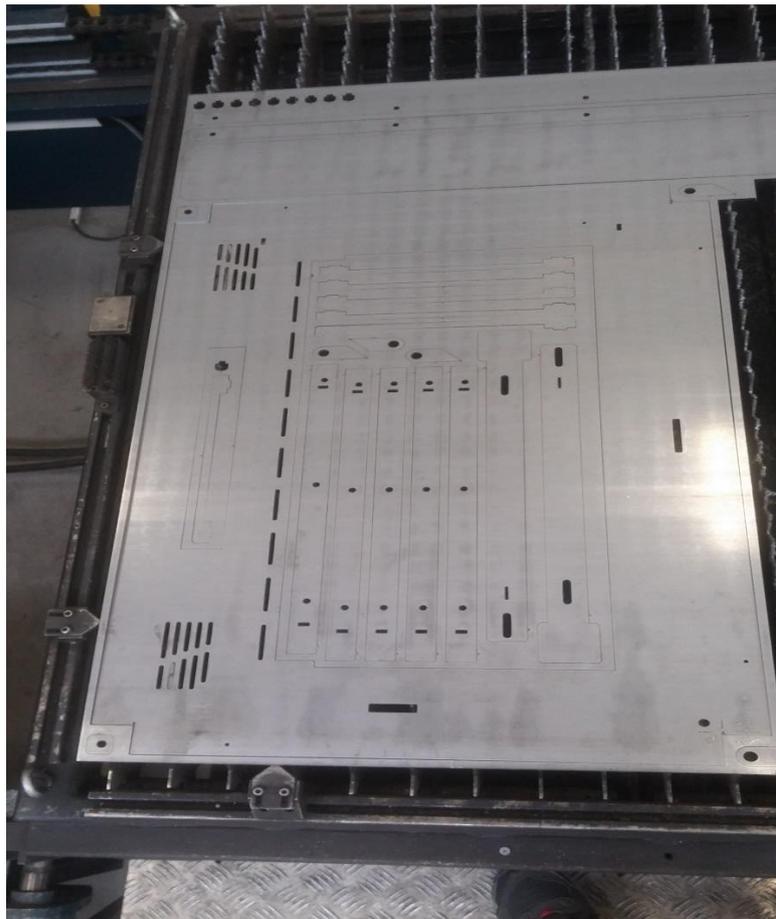


Figura 16 Peças cortadas antes de retirar

A duração da programação varia consoante o tamanho do trabalho e a complexidade das peças.

4.2.1. OEE

Como referido no capítulo 2 este KPI é bastante útil para perceber qual o ponto da situação da nossa máquina se está a produzir de acordo com o expectável ou abaixo.

No cálculo do OEE utilizamos os dados que foram recolhidos anteriormente. Para cada parcela o cálculo foi o seguinte:

Na disponibilidade, usou-se o tempo total do tamanho da nossa amostra e o tempo total da amostra, subtraindo o tempo de paragens, de set-up e paragens não forçadas.

$$Disponibilidade = \frac{\text{tempo produção real}}{\text{tempo total}} = \frac{77h - 22h}{77h} = 0,71$$

O indicador de performance foi o mais difícil de quantificar visto que a máquina por vezes era obrigada a trabalhar a uma velocidade abaixo do normal. Foi necessário recorrer ao tempo previsto pelo software e comparar com o tempo real gasto. Também as pequenas paragens que podem ocorrer durante o corte (que podem ser dezenas e algumas de breves segundos) foram incluídas. Estas pequenas paragens são difíceis de contabilizar, visto ser necessário estar o tempo total de duração do corte a observar. Desta forma, a amostra foi mais pequena e foram apenas observados os primeiros minutos de cada corte pois é neste período que ocorre o maior número de paragens.

Foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{tempo de produção} - \text{micro paragens} - \text{subprodução}}{\text{tempo de produção real}} = \frac{55h - 2h - 4h}{55h} = 0,89$$

Por fim, no indicador qualidade foi contabilizado o material que sofreu retrabalhos e o que foi não possível aproveitar.

$$\frac{\text{tempo produção de qualidade efectiva}}{\text{tempo de produção real líquido}} = \frac{40h}{49h} = 0,81$$

$$OEE = 0,71 \times 0,89 \times 0,81 = 0,51$$

Obtivemos o resultado de 51%. Este resultado está muito aquém do esperado e vem reforçar a ideia que os existem problemas que têm de ser resolvidos rapidamente.

O valor da disponibilidade é sobretudo provocado pelas causas descritas anteriormente, pelo grande número de *set-up* provocados pelo número baixo de peças cortadas por ciclo. O tamanho da chapa e duração de corte estão interligadas frequentemente. É previsível que uma chapa de maior área tenha um maior número de peças e, por isso, o maior tempo de corte.

O tipo de material foi uma variável até agora desprezada, mas que ser estudada mais aprofundadamente. O tipo de material está diretamente relacionado com os defeitos encontrados, pois foi possível verificar que existe uma maior probabilidade de ocorrerem defeitos em peças de aço inox e em espessuras acima de 8 mm. Outro fator a ter em conta é a qualidade do material. Por vezes o material comprado apresenta tensões e um mau acabamento superficial. Estes dois problemas provocam que o número de defeitos e de retrabalho aumente de forma exponencial e que se gaste um número maior de consumíveis. Estes problemas expostos afetam sobretudo a performance e a qualidade.

4.2.2. Sequenciação

A sequência das séries de produção tinha, até agora, em atenção apenas a urgência do pedido e o material a cortar. Com este estudo foi possível observar quais padrões com mais impacto:

- Há mais paragens no corte de inox e aços zincados. Estes dois materiais têm tendência a provocar mais problemas sobretudo ao nível da afinação da máquina.
- Corte sucessivos, se o primeiro corte tiver pelo no mínimo o dobro do tempo do seguinte, irá provocar problemas no terceiro corte. Isto porque o primeiro corte ao terminar, dá-se início ao segundo corte, e paralelamente ao corte do segundo, o operador limpa a mesa no exterior que pertence ao 1 corte. Assim a maioria das vezes quando há estas diferenças de tempo não é possível limpar a mesa no tempo do segundo corte o que irá provocar que a máquina pare e atrase assim o terceiro

corte. Isto deve-se primeiro porque a máquina tem duas mesas logo assim no primeiro e terceiro corte são usados pela mesma mesa.

Estudou-se também a ligação do tempo de paragem, com as causas correspondentes, dividindo em três períodos do dia. Para isso recorreu-se a um gráfico multi-vari.

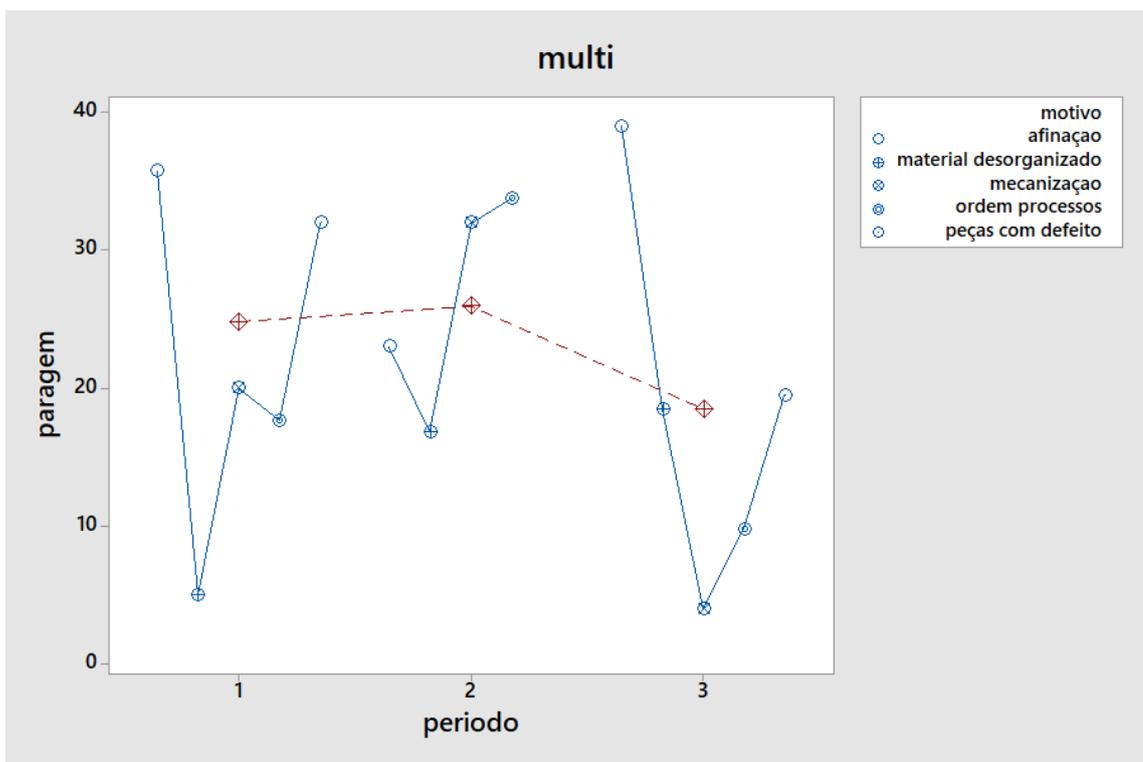


Figura 17 Gráfico Multi-Vari

O dia de trabalho foi dividido em três períodos período 1 das 8:30h às 11:00h, o período 2 das 11:00h às 14:00h e por fim o período 3 das 14:00h às 17.30h.

Pelo gráfico podemos ver uma ligeira tendência a que no fim do dia haja menos tempo de paragem. A este facto deve-se sobretudo o tempo de paragem por motivo de mecanização ser bastante baixo. Isto deve-se à mecanização ser poder ser realizada em paralelo com o funcionamento da máquina. O operador da manhã quando recebe o planeamento consegue adiantar trabalho de mecanizações de cortes que se realizam no segundo turno.

O motivo de paragem planeamento (ordem de processos) tem o pico no período 2 devido a dar-se primazia aos trabalhos urgentes, ocorre neste período devido ao elevado número de chamadas de clientes de manhã a alterar pedidos ou a pedir trabalhos na hora.

4.3. Retalhos

Outro problema existente é a grande quantidade de retalhos que ocupam o espaço, mas não são utilizados frequentemente. Este problema surge porque os retalhos estão desorganizados, com acessos reduzidos e com formas irregulares.



Figura 18 Retalhos



Figura 19 Acesso aos retalhos

Foi criada uma fórmula para decidir se o retalho seria ou não aproveitado:

$$C_M \times P + T \times p = 1,1T \times p + 2Xp + C_R$$

$$0,65P + T \times 1 = 1,1T \times 1 + 2 + 0,12P$$

$$0,53P = 0,1T + 2$$

$$P = \frac{0,1T + 2}{0,53}$$

Legenda:

C_M – Custo do material em €/kg

P – peso do material

T – tempo de corte

p – preço máquina/ minuto

C_R – custo de retalho para sucata

Este cálculo foi efetuado para aços macios. O cálculo dá-nos a informação a partir de que peso podemos guardar ou colocar na sucata o retalho.

Foi considerado um rendimento menor no caso do retalho, ou seja, demorou 1,1 mais tempo que no caso de uma chapa inteira. Isto deve-se à percentagem de aproveitamento menor da chapa.

5. IMPLEMENTAÇÃO

Com vista a reduzir os 7 desperdícios muda, melhorar o OEE e resolver o problema dos retalhos acumulados que não acrescentam valor. Foram criadas várias ações de melhoria:

Layout

O layout sofreu várias alterações. Foram criadas zonas para a receção da matéria prima e para expedição do produto acabado, assim como novos espaços para o armazenamento. Estas alterações permitiram fazer viagens mais curtas, reduzir a troca do produto acabado e a libertação de espaço.



Figura 20 Novo espaço de receção

Identificação das paletes com chapas

Foram identificadas todas as paletes de forma a não ocorrer trocas no material e ser mais fácil de encontrar.



Figura 21 Identificação das paletes

Controlo de qualidade na receção

Com a criação do espaço para a receção foi possível controlar a entrada da matéria prima. O controlo assentou em conferir os seguintes parâmetros:

- Quantidade;
- Qualidade;
- Tipo de Material.

Este controlo teve como efeito imediato a redução de peças com defeitos (o corte a laser é altamente sensível e qualquer pequena moosa no material ou acumulação de felugem provoca rebarba nas peças cortadas). Também foi possível diminuir o material desperdiçado quando as peças eram cortadas em matérias diferentes do que aquelas pedidas pelo cliente. Isto acontecia porque não se conferia o tipo de material na receção e por vezes vinha trocado.

Criação de uma base de dados com todos os tipos de retalhos

Foi criada uma base de dados com todos os retalhos existentes na fábrica. Esta base de dados permite ao funcionário procurar os retalhos por:

- Área;
- Comprimento/largura;
- Tipo de material.

Depois de esta base de dados entrar em vigor todos os retalhos que sobram são adicionados pelo planeamento para que esta nunca fique desatualizada. Com a implementação da base de dados foi possível poupar grandes quantidades de material porque ao invés do passado, em que se utilizava quase sempre chapa standard de 3000x1500 mm, agora para as produções de menor dimensão são utilizados estes retalhos. Assim também se reduziram as grandes quantidades de material de menor dimensão, o que libertou espaço.

Standerização dos retalhos

Todos os retalhos sobrantes dos cortes de chapa normalmente têm tamanhos e geometrias diferentes. Para combater esse problema foram predefinidas áreas standart para os retalhos. Ou seja, iam-se criar cerca de 10 referências diferentes, esta medida seria bastante útil principalmente para trabalhos internos visto estes terem menor variabilidade, assim bastaria uma única vez fazer a programação para aquela área de retalho porque as peças seriam sempre iguais e a área usada para elas também.

Esta ideia para já apenas foi aplicada parcialmente porque existem algumas dificuldades no programa para conseguir o standard sempre com as mesmas áreas, apesar disso os retalhos passaram só a ter a formas quadradas e retangulares o que já facilita imenso o trabalho.



Figura 22 Nova arrumação dos retalhos

Criação da fórmula de aproveitamento de retalho

Quando existe uma sobra de uma chapa (retalho), deve-se atender ao facto de o peso do retalho vale o seu armazenamento ou se pode ir diretamente para a sucata.

Para ser mais fácil essa decisão foi criada a seguinte fórmula:

Criação de um novo planeamento

A criação do novo planeamento, que passou a ser escrito diretamente em *word*, ao invés de ser manual.

Planeamento		Data:	Nº
		<u>31-03-2018</u>	1/1
Caminho	Material	Quantidade	Obs./Trabalho
Nomeempresa/COTAÇÃO 1 20_05_17	INOX 430 BA 2MM C/ PVC (BRILHANTE)	19 + 12 PEÇAS/CHAPA (TOTAL 21 CHAPAS)	ENTREGA NA SEMANA 14
Nomeempresa/COTAÇÃO 3 27_05_17	INOX 430 BA 2MM S/ PVC (BRILHANTE)	148 PEÇAS/CHAPA (TOTAL 20 CHAPAS) + 1 com algumas peças grandes	ENTREGA NA SEMANA 14

Figura 23 Folha de planeamento

Os trabalhos encontram-se por ordem, o caminho é local onde foi gravado o programa para o operador o alterar, e em que material e quantidade deve ser efetuado. Esta pequena alteração foi muito bem aceite pelos operadores devido à sua simplicidade, mas também porque assim podem organizar todas as tarefas que tem a fazer durante o turno porque conseguem ver todos os trabalhos que vão realizar.

O planeamento é entregue todos os dias ao final da tarde.

O novo planeamento tem em conta a duração dos trabalhos como principal fator a duração da ordem de trabalho, seguindo-se os tipos de material. Este planeamento foi bem aceite pelos funcionários e traduziu-se em ganhos desde o primeiro dia. Com a implementação deste documento os efeitos foram sentidos especialmente nas paragens que a máquina tinha entre ciclos produtivos, com as paragens de motivo planeamento

serem quase eliminadas e as paragens de programação a serem substancialmente reduzidas.

Criação de registo dos trabalhos.

Foi também criado um documento que os funcionários preenchem em todas as séries que produzem. Os dados a preencher são a hora de início, hora de fim, área utilizada, área sobrante, tipo de material, espessura e observações que servem principalmente para explicar a causa de possíveis atrasos ou paragens da máquina. No final do dia a folha é entregue ao planeamento e são retirados os dados das áreas sobrantes (retalhos) para serem inseridos na base dados.

				Folha de registo produção		Nº FOLHA
				Equipamento: Máquina laser LF-3015		
Data	Hora de início	Hora de fim	Matéria prima	Nome do cliente		Ass.
			<input type="checkbox"/> PRILUX <input type="checkbox"/> CLIENTE			
Matéria-prima:				Descrição das peças		QT
Área:						
Sobra:						
Obs:						

Figura 24 Registo por trabalho

Controlo de stock semanal

Todas a semanas o stock semanal começou a ser controlado ver folha de controlo no Anexo D.

Questionário a clientes

Para perceber qual a opinião do cliente em relação ao serviço prestado foi elaborado um questionário online para que todos os clientes pudessem responder em anónimo. Como é possível ver no anexo (nº) o questionário é constituído por 3 perguntas de resposta direta e uma por escala de números. Apesar de a ideia do questionário ter sido bem-recebido à altura do término do estágio este ainda não tinha sido disponibilizado.

OEE

$$Disponibilidade = \frac{85h}{96h} = 0,88$$

$$Performance = \frac{78h}{85h} = 0,92$$

$$Qualidade = \frac{69h}{78h} = 0,88$$

Assim obtivemos o seguinte resultado final:

$$OEE = 0,88 \times 0,92 \times 0,88 = 71\%$$

O resultado do OEE apesar não ser brilhante, mostra claramente uma melhoria significativa do resultado anterior. A máquina teve uma melhoria de cerca de 20% situando-se agora nos 71%. O valor alcançado já se situa nos valores padrão da maioria das máquinas.

6. CONCLUSÃO

Ao concluir este trabalho é possível perceber que, de um modo geral, os objetivos inicialmente propostos foram alcançados. O objetivo com mais sucesso na sua conclusão foi o da parte dos retalhos, onde para além de ser alcançado, foi ultrapassado, tornando possível cumprir todos os prazos de entrega. Os atrasos e as horas extras diminuíram, ainda acontecendo por vezes devido a forças externas à empresa. Durante este projeto também se foram definindo alguns objetivos, sobretudo aquando o cálculo do primeiro OEE, onde foi possível verificar uma melhoria significativa.

No decorrer do trabalho foi essencial perceber o contexto industrial e aquilo em que difere do contexto académico. Um dos objetivos gerais que era aplicar ferramentas teóricas no contexto industrial não se tornou fácil, mas, apesar de tudo, foi possível. É necessário demarcar que a resistência à mudança prevalece em algumas empresas, todavia, a postura de tomar pequenas medidas de melhoria contínua todos os dias minimizou essa resistência. Também o facto de todos os colaboradores serem incluídos no processo ajudou a que este resultado fosse possível.

Todo o departamento laser está isolado dos outros departamentos, sobretudo no que diz respeito à comunicação seria interessante criar uma cadeia de valor que começasse no departamento laser e se estendesse ao resto da fábrica.

Por fim, em relação ao armazenamento da chapa, foram discutidas várias formas de o fazer, no entanto, já antes deste projeto se iniciar havia esse objetivo por parte da empresa. Por ser uma decisão complexa, apenas foram discutidas ideias, não tendo sido nenhuma aplicada. Será, sem dúvida, uma decisão importante e uma mais valia para o sector.

Em relação às perspetivas futuras, todo o trabalho foi realizado numa lógica de curto e médio prazo, por isso, não foi possível implementar algumas melhorias e outras foram apenas aplicadas em parte. A identificação dos retalhos em inox foi possível, mas

será relevante que seja estendida a todos os retalhos e a todas as chapas inteiras. A base de dados atual, em excel, faria sentido passar a ser realizado pelo erp da empresa. Essa ideia foi inicialmente bem-recebida, mas por razões de tempo, não foi possível ser implementada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, A. L. F. (2015). *Metodologia Lean Manufacturing no processo produtivo de capas para assentos de automóvel*. (Tese de mestrado). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

Ferreira, C. F. (2006). *Diretrizes para a avaliação dos impactos na produção enxuta sobre as condições de trabalho*. (Tese de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Fraga, A. I. L. L. R. C. A. (2014). *Aplicação das metodologias LEAN numa MRO*. (Tese de mestrado). Instituto Superior Técnico de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Melo, F. T., Loos, M. J. (2018). Análise de Metodologia de Manutenção Produtiva Total (TPM): estudo de caso. *Revista Espacios*, v.39, n. 3, p.13.

ANEXO A QUESTIONÁRIO A CLIENTES



data ___/___/___

Questionário de satisfação de clientes

Com que regularidade pede os nossos serviços de corte laser?

De 1 a 10 classifique os seguintes parâmetros. (Em que 1 corresponde a péssimo e 10 a excelente)

Qualidade corte	___
Quantidade conforme	___
Rapidez de entrega	___
Preço	___
Atendimento	___
Acondicionamento do material	___
Localização	___

Tem interesse na prestação de outros serviços de serralharia?

Qual(ais)? (se sim)

Qual a satisfação global do serviço fornecido?

Sugestões

Obrigado pela atenção

Erro! A origem da referência não foi encontrada.

ANEXO B – BASE DE DADOS DE RETALHOS

Lista de retalhos

Data	Material	Comprimento	Largura	Área	Espessura	Peso	Localização	Caminho
	Inox 304	525	475	0,249375	3	5,9850		
	Inox 304	330	390	0,1287	3	3,0888		
	Inox 304	840	260	0,2184	3	5,2416		
	Inox 304	600	340	0,204	3	4,8960		
	Inox Esc	1190	670	0,7973	2	12,7568		
	Inox Esc	570	520	0,2964	1	2,3712		
	Inox Esc	930	460	0,4278	1	3,4224		
	Inox 304	590	215	0,12685	1,5	1,5222		
	Inox 304	855	755	0,645525	1,5	7,7463		
	Inox Esc	845	250	0,21125	1,5	2,5350		
	Inox Esc	845	250	0,21125	1,5	2,5350		
	Inox 304	500	350	0,175	3	4,2000		
	Inox Esc	1500	285	0,4275	1,5	5,1300		
	Inox Esc	770	620	0,4774	1,5	5,7288		
	Inox 304	800	180	0,144	1,5	1,7280		
	Inox Esc	1550	285	0,44175	1,5	5,3010		

Erro! A origem da referência não foi encontrada.

ANEXO C – FOLHA DE PLANEAMENTO

Planeamento			Data:	Nº
Caminho	Material	Quantidade	Data entrega	

Observações

Anexo D Tabela de Verificação de Stocks

Tabela de Verificação de Stocks 1/3

Data: ___/___/___

Chapa Zincada			
Espessura	Classe	Medidas	Quantidade
0,8mm	Z200	3000x1500mm	
1,2mm	Z200	2500x1250mm	
1,5mm	Z200	3000x1500mm	
2mm	Z200	3000x1500mm	
2mm	Z275	3000x1500mm	
2mm	Zincor	2500x1250mm	
2,5mm	Z200	3000x1500mm	
2,5mm	Z275	2500x1250mm	
3mm	Z200	3000x1500mm	

Aço Macio			
Espessura	Classe	Medidas	Quantidade
2mm	DD11	3000x1500mm	
3mm	DD11	3000x1500mm	
4mm	DD11	3000x1500mm	
5mm	DD11	3000x1500mm	
6mm	DD11	3000x1500mm	
1mm	DC01	3000x1500mm	
1,5mm	DC01	3000x1500mm	
1,5mm	S235	3000x1500mm	
2mm	S235	3000x1500mm	
2,5mm	S235	3000x1500mm	
3mm	S235	3000x1500mm	
4mm	S235	3000x1500mm	
5mm	S235	3000x1500mm	
6mm	S235	3000x1500mm	