



**SÍLVIA MARIA  
FERREIRA  
BARREIRINHO**

**Aplicação de metodologias *Lean* numa empresa de  
mecânica de precisão**



**SÍLVIA MARIA  
FERREIRA  
BARREIRINHO**

**Aplicação de metodologias *Lean* numa empresa de  
mecânica de precisão**

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

Dedico este trabalho à minha família e aos meus amigos.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes**  
Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial  
da Universidade de Aveiro

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Ângela Maria Esteves da Silva**  
Professora Auxiliar da Universidade Lusíada de Vila Nova de Famalicão

**Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira**  
Professor Associado com Agregação do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia  
Industrial da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

À direção da Kristaltek pela oportunidade de realização do estágio.

Ao Engenheiro Gonçalo Costa, meu orientador na empresa, por toda a ajuda e disponibilidade.

Ao Professor Doutor Carlos Ferreira pela orientação e apoio.

Aos meus pais pela oportunidade de formação.

Ao meu irmão por todos os momentos que passamos, pela cumplicidade e por acreditar sempre em mim.

Ao Hugo pela compreensão, pela motivação que me transmitiu e por toda a ajuda e paciência que sempre teve.

À minha restante família, em especial as minhas avós e à minha madrinha.

Às amigas de sempre e a todos os outros que me acompanharam nesta caminhada.

Aos colaboradores da Kristaltek pelo acolhimento e pela cooperação.

**palavras-chave**

Filosofia *Lean*, 5S, *Setup*, *Layout*.

**resumo**

O presente relatório descreve o projeto desenvolvido durante o estágio na Kristaltek – Laser e Mecânica de Precisão. Os quatro temas em destaque no projeto são o armazém, o embalamento, o setor de fresagem e o *layout*.

O estudo realizado baseou-se nos conceitos da filosofia *Lean* e as ações de melhoria implementadas ou propostas são a aplicação de ferramentas desta filosofia.

Na primeira fase do projeto identificam-se as oportunidades de melhoria nos diferentes setores e de seguida são apresentadas propostas para o seu melhoramento. Posteriormente é feita uma análise detalhada da implementação das ações propostas e das melhorias obtidas.

**keywords**

*Lean philosophy, 5S, Setup, Layout.*

**abstract**

The present report describes the project developed during the stage at Kristaltek- Lase and Precision Mechanics. Four featured topics in the project are the warehouse, the packing sector, milling sector and *Layout*.

The study was based on concepts of lean philosophy and the improvement actions implemented or proposals are applications of tools of this philosophy.

In the first phase of the project are identified the opportunities for improvement on different sectors and then are presented proposals for their improvement. Posteriorly, a detailed analysis is made of the implementation of the proposed actions and obtained improvements.

## Índice

1.Introdução.....	1
1.1 Âmbito do trabalho e Enquadramento .....	1
1.2 Relevância do Desafio .....	2
1.3 Estrutura do Documento .....	2
2.Estado da Arte.....	3
2.1 Filosofia Lean .....	3
2.2 Princípios Lean Thinking .....	4
2.3 Valor e Desperdício .....	6
2.4 Os sete Desperdícios .....	7
2.5 Ferramentas <i>Lean</i> .....	8
2.5.1 5S .....	8
2.5.2 Gestão visual.....	10
2.5.3 SMED – Single Minute Exchange of Die.....	11
2.6 O Layout.....	12
2.6.1 <i>Layout</i> por Processo .....	13
2.6.2 <i>Layout</i> por Produto.....	15
2.6.3 <i>Layout</i> Celular .....	16
2.6.4 Layout por Posição Fixa.....	18
3. Caso de Estudo: A Kristaltek.....	19
3.1 Apresentação da Empresa.....	19
3.2 Descrição do Processo Produtivo .....	22
3.3 A Situação Inicial.....	24
3.3.1 Armazém .....	24
3.3.1.1 O Stock do Cliente 80 .....	27
3.3.1.2 Organização de gabaritos .....	28
3.3.2 Embalamento .....	30
3.3.3 Fresagem .....	33
3.3.4 O Layout.....	43
3.4. Propostas de Melhoria .....	46



3.4.1 Armazém .....	46
3.4.2 Embalamento .....	47
3.4.3 Fresagem .....	48
3.4.3.1 Proposta 1 .....	49
3.4.3.2 Proposta 2 .....	50
3.4.3.3 Proposta 3 .....	51
3.4.4 <i>Layout</i> Fabril.....	51
Proposta 1 .....	52
Proposta 2 .....	53
Proposta 3 .....	54
4. Análise de Resultados.....	55
4.1 Armazém .....	55
4.1.1 O stock do cliente 80.....	56
4.1.2 Organização dos gabaritos .....	59
4.2 Embalamento .....	62
4.3 Fresagem .....	67
4.3.1 Proposta 1 .....	67
4.3.1.1 Setup inicial da máquina .....	67
4.3.1.2 Desgaste ou quebra durante a produção.....	69
4.3.2 Proposta 2 .....	70
4.3.2.1 Setup inicial da máquina .....	70
4.3.2.2 Desgaste ou quebra durante a produção.....	71
4.3.3 Proposta 3 .....	72
4.3.3.1 Setup inicial da máquina .....	73
4.3.3.2 Desgaste ou quebra durante a produção.....	74
4.4 <i>Layout</i> Fabril.....	75
4.4.1 Proposta 1 .....	75
4.4.2 Proposta 2 .....	76
4.4.3 Proposta 3 .....	76
5. Conclusões.....	79

5.1 Reflexão Sobre o Trabalho Realizado .....	79
5.2 Continuidade do Trabalho no Futuro .....	80
6. Bibliografia.....	81
ANEXO 1 - Lista Auxiliar para leitura do Layout .....	83

## Índice de Figuras

Figura 1: "A casa do TPS" (Fonte: Eaton, 2013) .....	4
Figura 2: Princípios Lean Thinking (Fonte: Eaton,2013) .....	5
Figura 3: Atividades que criam valor vs. Atividades que não criam valor (Fonte: Pinto, 2008) .....	6
Figura 4: Os sete Desperdícios Lean (Fonte: Smartconsultoria,2014) .....	7
Figura 5: Exemplos da Aplicação da Gestão Visual (Fonte: Pinto,2008) .....	10
Figura 6: Exemplo de um Layout por Processo (Fonte: Hiregoudar,2007) .....	14
Figura 7: Exemplo de um Layout por Produto (Fonte: Hiregoudar,2007) .....	15
Figura 8: Exemplo de um Layout Celular (Fonte: Adaptado dos slides de apoio à Unidade Curricular de Gestão de Operações, 2012) .....	17
Figura 9: Exemplo de Layout por Posição Fixa (Fonte: Hiregoudar, 2007).....	18
Figura 10: Logotipo da Empresa (Fonte: Empresa).....	19
Figura 11: Localização da Kristaltek (Fonte: Google Maps) .....	19
Figura 12: Organigrama da Empresa (Fonte: Manual do Sistema Integrado de Gestão da Empresa) .....	20
Figura 13: Fluxograma Produtivo da Kristaltek (Fonte: Empresa).....	23
Figura 14: Estado inicial do Armazém (imagem 1) .....	25
Figura 15: Estado inicial do Armazém (imagem 2) .....	25
Figura 16: Stock do cliente 80 disposto em estantes de forma aleatória .....	26
Figura 17: Stock do cliente 80 armazenado numa palete.....	26
Figura 18: Estante dos Gabaritos.....	27
Figura 19: Estado inicial da mesa de embalagem .....	31
Figura 20: Acumulação de caixas e resíduos plásticos .....	31
Figura 21: Acumulação de peças a aguardar embalagem .....	31
Figura 22: Acumulação de DP .....	32
Figura 23: Disposição do setor de fresagem no Layout fabril.....	33
Figura 24: Exemplo de cone SK40 e cone BT30 .....	35
Figura 25:Exemplo de cone de aperto térmico .....	35
Figura 26: Exemplo de ferramenta apertada num cone térmico.....	36
Figura 27: Exemplo de cone de aperto simples.....	36
Figura 28: Exemplo de ferramenta apertada num cone simples .....	36

Figura 29: Máquina de indução térmica.....	37
Figura 30: Suporte de aperto dos cones SK40.....	37
Figura 31: Torno de bancada manual para aperto dos cones BT30 .....	37
Figura 32: Zoller .....	38
Figura 33: Localização inicial dos recursos necessários ao processo de montagem e troca de ferramenta .....	38
Figura 34: Layout inicial da Kristaltek .....	44
Figura 35: Equipamentos que podem ser movidos.....	49
Figura 36: Localização dos equipamentos na proposta 1 .....	49
Figura 37: Adaptador para aperto dos cones BT30 .....	50
Figura 38: Montagem do adaptador no suporte dos cones SK40 .....	50
Figura 39: Proposta de sala de preparações .....	51
Figura 40: Proposta 1 para o Layout.....	52
Figura 41: Proposta 2 para o Layout.....	53
Figura 42: Proposta 3 para o Layout.....	54
Figura 43: Aspeto do armazém após 5S.....	55
Figura 44: Localização criada para o escadote .....	55
Figura 45: Layout do armazém após 5S .....	56
Figura 46: Nova disposição do stock do cliente 80.....	57
Figura 47: Stock organizado pelo tipo de stock e por PA .....	57
Figura 48: Lista Auxiliar do Cliente 80 .....	57
Figura 49: Amostra do ficheiro com a informação do stock do cliente 80 e da sua localização no armazém.....	58
Figura 50: Amostra do ficheiro com a informação do stock KTEK do cliente 80 e da sua localização dentro do armazém .....	58
Figura 51: Nova organização dos Gabaritos.....	60
Figura 52: Amostra da Lista de Gabaritos .....	60
Figura 53: Caixas ordenadas de acordo com a ordem sequencial da letra de identificação e cor da prateleira.....	61
Figura 54: Identificação das caixas dos gabaritos com a respetiva caixa de armazenamento .....	61
Figura 55: Caixas adquiridas para armazenamento dos gabaritos (Fonte: Catálogo Manutan 2015) .....	62
Figura 56: Estado inicial do embalamento .....	63
Figura 57: Estado atual do setor de embalamento .....	63
Figura 58: Estante de apoio ao embalamento .....	64
Figura 59: Estantes com caixas de cartão .....	65
Figura 60: Identificação das dimensões das caixas.....	65
Figura 61: Marca de reposição do stock das caixas .....	66

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Aplicação da Metodologia 5S (Fonte: Adaptado de Consultores,2013) .....	9
Tabela 2: Tempo de procura no armazém de doze referências de stock cliente 80 .....	28
Tabela 3: Problemas identificados no Armazém e suas Consequências .....	29
Tabela 4: Problemas identificados no embalamento e suas consequências .....	32
Tabela 5: Tipo de cone utilizado por cada máquina .....	39
Tabela 6: Tipos de Fluxos existentes no setup inicial da máquina .....	39
Tabela 7: Extensões dos fluxos iniciais na situação de setup da máquina .....	40
Tabela 8: Tipos de fluxos existentes para a troca de ferramentas por desgaste ou quebra durante a produção.....	41
Tabela 9: Extensões dos fluxos iniciais para o desgaste ou quebra durante a produção.....	42
Tabela 10:Problemas identificados no setor de fresagem e suas consequências .....	42
Tabela 11: Problemas identificados no Layout e suas consequências .....	46
Tabela 12: Ações de melhoria para os problemas identificados no armazém .....	47
Tabela 13: Ações de melhoria para os problemas identificados no embalamento .....	48
Tabela 14: Tempo de procura no armazém de doze referencias do cliente 80 após 5S .....	59
Tabela 15: Distâncias percorridas pelo operador para obter recursos (ida e volta) .....	66
Tabela 16: Extensões dos fluxos no setup inicial da máquina com a implementação da proposta 1 .....	67
Tabela 17: Diferença em relação aos fluxos iniciais no setup inicial da máquina com a implementação da proposta 1 .....	68
Tabela 18: Extensão dos fluxos em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 1.....	69
Tabela 19: Diferença em relação aos fluxos iniciais em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 1 .....	69
Tabela 20: Extensões dos fluxos no setup inicial da máquina com a implementação da proposta 2 .....	70
Tabela 21: Diferença em relação aos fluxos iniciais no setup inicial da máquina com a implementação da proposta 2 .....	71
Tabela 22: Extensões dos fluxos em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 2.....	71
Tabela 23: Diferença em relação aos fluxos iniciais em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 2 .....	72
Tabela 24: Extensões dos fluxos no setup inicial da máquina com a implementação da proposta 3 .....	73
Tabela 25: Diferença em relação aos fluxos iniciais no setup inicial da máquina com a implementação da proposta 3 .....	73

Tabela 26: Extensões dos fluxos em relação a situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 3 .....	74
Tabela 27: Diferença em relação aos fluxos iniciais em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 3 .....	74

## **Abreviaturas**

**CNC** – Controlo Numérico Computorizado

**DP**- Dossier de Produção

**IED**- *Input Exchange of Die*

**KTEK**- Kristaltek

**MP**- Matéria-prima

**OED**- *Output Exchange of Die*

**OEE** – *Overall equipment effectiveness*

**OF**- Ordem de Fabrico

**PA**- Produto Acabado

**RPS** – *Resources Planing Software*

**SMED**- *Single Minute Exchange of Die*

**TPM** – *Total Productive Maintenance*

**TPS**- *Toyota Production System*

## Glossário

**Gabarito** – Sistema de fixação das peças durante o processo de fresagem.

**RPS (*Resources Planing Software*)** – Solução ERP desenvolvida pela Ibermática para pequenas e médias empresas.

**Europaletes** – As europaletes (EPAL) têm um tamanho padrão de 1200x800mm, uma capacidade de carga de até 1500 Kg e são facilmente manuseadas pelo empilhador pelos 4 lados. Estas paletes são compostas por tábuas de madeira resistentes e são particularmente adequadas para cargas pesadas.

**ISO9001** - A ISO9001 é a norma internacional de gestão da qualidade, aplicável a todas as organizações, independentemente da dimensão ou sector de atividade.

**ISO14001** - Norma aplicável a qualquer tipo de organização que tem por objetivo obter um desempenho ambiental correto.

**AS9100** - A norma AS 9100 estabelece os requisitos para Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) nos setores aeronáutico, aeroespacial e defesa. Este referencial baseia-se na norma ISO 9001, a referência mundial para SGQ, incluindo requisitos específicos a estes setores.

**Limpeza de peças** - Processo de acabamento de superfície usado para eliminar todos os corpos estranhos das peças.

**Rebarbagem** – Extração de rebarbas das peças.

**Polimento** – Procedimento em que se utilizam lixas para polimento de superfície.

**Vibro Acabamento** – Rebarbagem/Polimento das peças com recurso a meios mecânicos vibratórios.

**Lote Económico de Produção** – Quantidade a ser produzida que minimiza o custo total.

**OEE** – é uma métrica que identifica a percentagem do tempo de produção planeado que é verdadeiramente produtivo.

**TPM** – é uma abordagem holística para a manutenção focada na manutenção proactiva e preventiva para maximizar o tempo operacional do equipamento.

# 1.Introdução

## 1.1 Âmbito do trabalho e Enquadramento

O presente projeto surge no âmbito do estágio curricular integrado no plano de estudos do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro. O referido estágio decorreu entre Novembro de 2014 e Junho de 2015 na empresa Kristaltek-Laser e Mecânica de Precisão Lda. A referida empresa atua no ramo da metalomecânica e está direcionada para a mecânica de precisão para os sectores aeronáutico, de armamento e de máquinas especiais.

Em Portugal, o setor metalúrgico e metalomecânico tem crescido e engloba cerca de 15 mil empresas. Segundo dados da AIMMAP- Associação dos Industriais Metalúrgicos, Metalomecânicos e Afins de Portugal, em Janeiro de 2015 registou um aumento de 16,2% nas exportações comparativamente ao mesmo mês do ano 2014. As exportações tem como principal destino os países europeus nomeadamente Espanha, França e Alemanha, representando 70% das vendas para o estrangeiro. Atualmente começam a aparecer outros mercados como Angola, China, EUA, Marrocos, Moçambique e Colômbia. A AIMMAP sublinha que o setor metalúrgico e metalomecânico continua a afirmar-se como um pilar fundamental para o crescimento económico e industrial nacional, contribuindo para o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias. (Jornal Expresso,23 de Março de 2015) (AIMMAP notícias,27 de Fevereiro de 2015)

De forma a acompanhar este crescimento e fazer frente a atual competitividade no setor, as empresas devem apostar no fornecimento de produtos com valor acrescentado e uma boa relação de qualidade/preço.

É em cenários como o descrito que a filosofia *Lean* assume um papel de destaque nas empresas que pretendem marcar a sua posição no mercado. A filosofia *Lean* permite as empresas melhorar os seus processos de forma a poderem oferecer produtos de qualidade a preços de mercado competitivos sem que isso implique custos adicionais. O objetivo é que cliente e empresa saiam beneficiados.

É com base no estado atual do setor em que atua, que a Kristaltek reconheceu a necessidade de trabalhar no sentido de implementar a filosofia *Lean*. Este foi o propósito que deu origem ao projeto desenvolvido durante estágio.



## 1.2 Relevância do Desafio

Este projeto consistiu no primeiro desafio de trabalho fora do ambiente acadêmico e na primeira oportunidade de aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo dos anos de formação.

A empresa onde foi realizado o estágio é relativamente recente e, como tal, os conceitos *Lean* ainda eram desconhecidos para a grande parte dos colaboradores e pouco era o trabalho realizado no sentido de implementar a filosofia.

Devido ao rápido crescimento que se sucedeu desde a sua criação, muitas das implementações realizadas não foram devidamente planeadas, sendo a origem da grande maioria dos problemas atuais. O objetivo do projeto foca-se, assim, na introdução da filosofia na empresa com vista à obtenção de melhorias nos seus processos.

No início do estágio foi decidido, com a direção da empresa, começar a atuar pelas áreas que se consideravam ter maior impacto no seu funcionamento diário. Selecionaram-se três setores: O Armazém, o Embalamento e o setor de Fresagem. No decorrer do projeto optou-se, igualmente, pela elaboração de propostas para a organização do *Layout*.

O resultado esperado com este desafio passa pela identificação das oportunidades de melhoria, pela elaboração de propostas de melhoria e implementação de todas as possíveis durante o período de estágio.

## 1.3 Estrutura do Documento

A organização do documento faz-se em cinco capítulos diferentes. Este primeiro capítulo, a introdução, serve de inicialização do tema e enquadra nele o projeto realizado.

No segundo capítulo é desenvolvida uma revisão bibliográfica do conhecimento existente sobre os temas que serviram de apoio a este projeto.

O caso de estudo é abordado no terceiro capítulo. Este começa com uma apresentação da empresa e do seu processo produtivo. De seguida é descrito o estado inicial das áreas em estudo e são apresentadas as propostas de melhoria.

O capítulo quatro foca-se na análise dos resultados obtidos com as implementações realizadas e nas melhorias que se poderiam obter com outras propostas estudadas.

Por fim, na conclusão, é feita uma reflexão de todo o trabalho realizado e também abordadas perspetivas para a continuidade do trabalho iniciado.

## **2.Estado da Arte**

### **2.1 Filosofia Lean**

*Lean* é uma filosofia de gestão que tem por objetivo a eliminação do desperdício e a criação de valor (Pinto, Pensamento Lean A Filosofia das Organizações Vencedoras, 2009). *Lean Manufacturing*, *Lean Production* e *Lean Thinking* são termos frequentemente usados quando nos referimos a esta filosofia. A ideia principal é fazer mais com menos. *Lean Manufacturing* significa produzir bem usando menos recursos comparando com a produção em massa. Menos desperdício, recursos humanos, espaço, investimento em ferramentas e menos tempo de desenvolvimento de novos produtos (Wang, 2011). Esta filosofia resulta do desenvolvimento e aperfeiçoamento do Sistema de Produção da Toyota (TPS).

Após a segunda guerra mundial, a indústria Japonesa viu-se condicionada pela falta de recursos, havendo, assim, a necessidade de criar um sistema de produção que lhe permitisse fazer mais com os recursos disponíveis e assim poder concorrer com as indústrias ocidentais. Foi neste contexto que Taiichi Ohno (1912-1990), engenheiro da Toyota, através do estudo dos sistemas de produção ocidentais iniciou o desenvolvimento do TPS com o objetivo de aumentar a eficiência da produção através da constante eliminação dos desperdícios. (Ohno, 1988)

O TPS era o oposto dos sistemas das indústrias ocidentais da altura, que se baseavam no sistema de produção em massa criado por Henry Ford (1863-1947) no início do século XX. O objetivo do TPS era, então, produzir em fluxo contínuo, não dependendo de longos tempos de ciclo e, desta forma, poder oferecer a variedade que as outras indústrias não ofereciam (Melton, 2005).

Segundo Ohno (1988), a produção *Just-in-Time* e o *Jidoka* são os dois grandes pilares do TPS. O *Just-in-Time* significa fornecer exatamente a quantidade certa, no tempo certo e no sítio certo (Wilson, 2010). O *Jidoka* consiste em utilizar sistemas de deteção de defeitos e anomalias e capazes de parar os processos quando detetam erro (Inc.). Estes dois pilares são apoiados por um conjunto de ferramentas, como podemos observar na figura 1, sendo estas fundamentais na melhoria contínua dos processos.

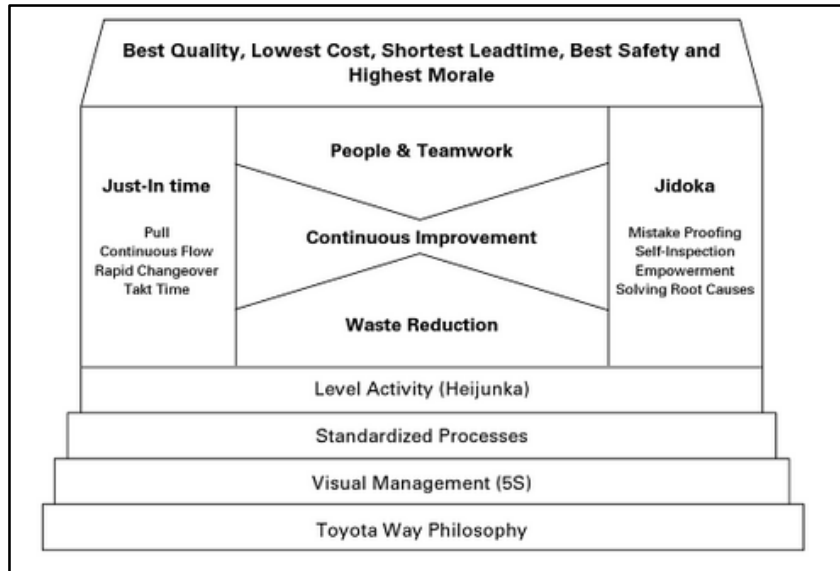


Figura 1: "A casa do TPS" (Fonte: Eaton, 2013)

O sucesso do TPS fez com que fosse adotado por outras indústrias Japonesas e posteriormente pelas indústrias ocidentais. O sistema continuou a ser desenvolvido pelas décadas seguintes através da melhoria das técnicas existentes e inclusão de novas ferramentas de gestão, até se tornar na filosofia que hoje conhecemos. Em 1990, através da publicação do livro de Womack et al. "The Machine that Change the World", começou a utilizar-se o termo *Lean* para designar esta filosofia.

Apesar de ter nascido na indústria automóvel a aplicação da filosofia *Lean* estende-se a outras áreas, podendo ser aplicado com sucesso em todos os tipos de indústrias.

## 2.2 Princípios Lean Thinking

Segundo Womack e Jones (2003), a filosofia *Lean Thinking* assenta em cinco princípios: valor, cadeia de valor, fluxo, sistema pull e a perfeição.

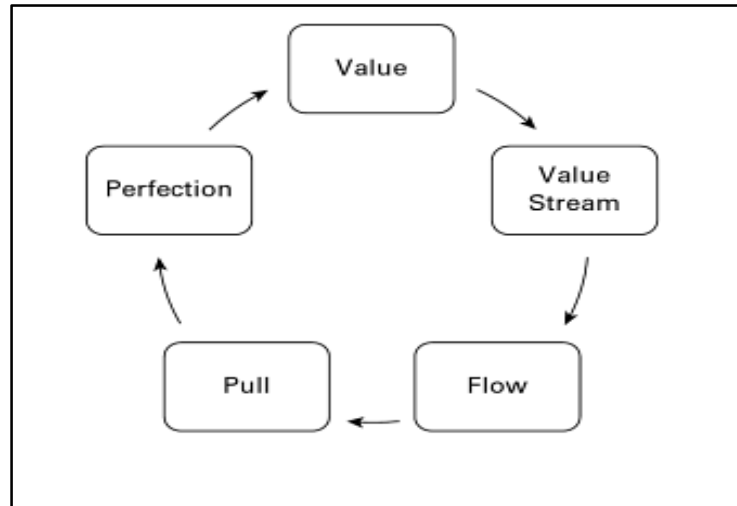


Figura 2: Princípios Lean Thinking (Fonte: Eaton,2013)

Pinto (2008) descreve cada um deles da seguinte forma:

- **Valor:** Identifica o que os clientes querem. Quaisquer características ou atributos do produto ou serviço que não correspondam as necessidades ou expectativas de valor dos clientes representam oportunidades de melhoria.
- **Cadeia de valor:** A cadeia de valor é o conjunto de todas as etapas e ações necessárias à satisfação dos pedidos do cliente. É a sequência de processos que desenvolvem, produzem e entregam os resultados desejados. O *lean thinking* procura racionalizar cada etapa dos processos.
- **Fluxo:** Organiza-se a cadeia de valor para eliminar qualquer parte do processo que não acrescente valor, tornando o processo o mais fluido possível. A ideia de criar fluxo contínuo e poder fabricar produtos ou serviços ao ritmo a que são pedidos pelo cliente.
- **Sistema Pull:** Este conceito consiste em produzir apenas aquilo que é necessário quando for necessário. Visa evitar a acumulação de *stocks* de produtos mediante a produção e fornecimento daquilo que o cliente deseja quando o cliente precisar, nem mais cedo nem mais tarde.
- **Perfeição:** A perfeição traduz-se na completa eliminação do desperdício. A este nível só as atividades que acrescentam valor estão presentes nos processos. E o compromisso de

continuamente procurar os meios ideais para criar valor enquanto o desperdício é eliminado. Trata-se de uma jornada de melhoria contínua (Kaizen).

## 2.3 Valor e Desperdício

Todas as empresas devem desenvolver esforços no sentido de criar valor. Segundo Gopalakrishnam (2010), cada produto ou serviço tem valor e este, é adicionado a cada etapa do processo. Assim segundo o mesmo autor, o valor que as empresas pagam pelas matérias-primas adicionado ao valor agregado de cada fase da produção é o que constitui o valor do produto. Womack e Jones (2003) referem que o valor pode ser definido apenas pelo cliente final e acrescentam, ainda, que significa fornecer produtos específicos, a um preço específico num determinado tempo, estabelecidos com o cliente. Apesar do cliente ser aquele que tem mais importância na definição do valor final, não devem ser postos de lado os interesses dos outros *stakeholders*, pois são as necessidades de todos os interessados que devemos servir.

A criação de valor implica tempo e consumo de recursos, portanto, as atividades que não contribuem para a criação de valor devem ser eliminadas dos processos. Quando as atividades que não acrescentam valor são eliminadas/reduzidas os processos tornam-se mais rápidos e simples (Gopalakrishnan, 2010). Segundo Pinto (2009), o desperdício pode representar até 95% do tempo total de um processo (figura 3).

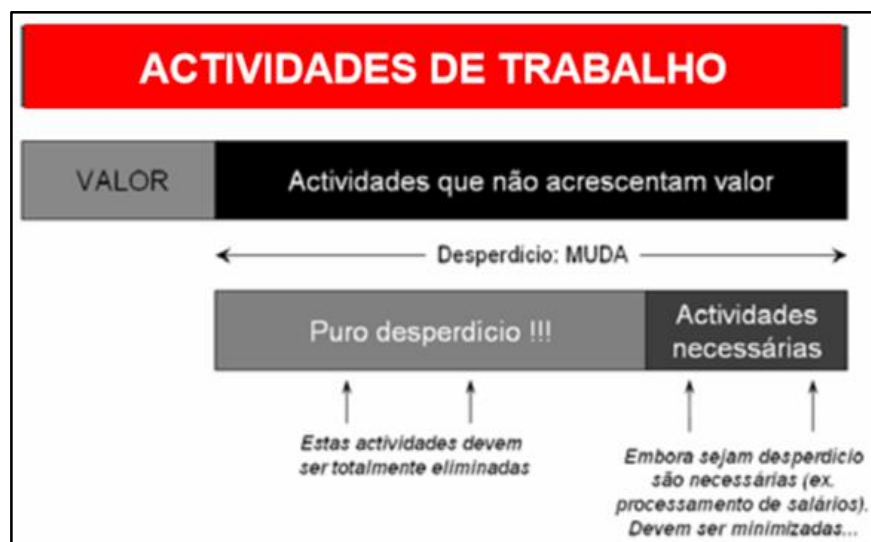


Figura 3: Atividades que criam valor vs. Atividades que não criam valor (Fonte: Pinto, 2008)

Por desperdício entende-se qualquer atividade presente num processo que não acrescente valor para o cliente (Melton, 2005). Tudo aquilo que ultrapassa as quantidades mínimas necessárias

de equipamentos, espaço, tempo e pessoas para criar valor e considerado desperdício. Através da figura 3, observa-se, ainda, que os 95% correspondentes a atividades identificadas como desperdício podem ser separados em puro desperdício e desperdício necessário.

- **Puro desperdício:** São atividades que são totalmente dispensáveis aos processos (deslocações, avarias, etc.) e que devem ser identificadas e eliminadas. Estas podem chegar a representar 65% do desperdício (Pinto, Pensamento Lean A Filosofia das Organizações Vencedoras, 2009).
- **Desperdício necessário:** Apesar de não acrescentarem valor, são fundamentais para que o processo se desenvolva em conformidade (inspeção, *setup*, etc.). A sua realização deve ser minimizada.

## 2.4 Os sete Desperdícios

Tachii Ohno identificou sete fontes diferentes de desperdícios (figura 4). Liker (2006), acrescenta um outro desperdício à lista original, considerando-se, assim, oito fontes de desperdício.

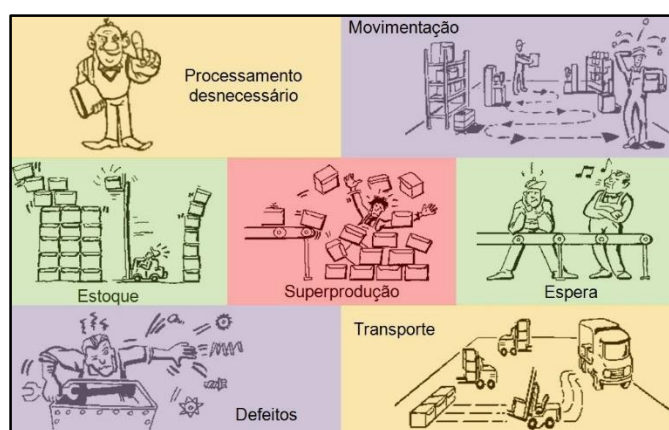


Figura 4: Os sete Desperdícios *Lean* (Fonte: Smartconsultoria,2014)

Os oito desperdícios identificados podem ser descritos da seguinte forma:

1. **Excesso de Produção** – Fabricar mais produto que o requerido pelo processo seguinte, ou antes de ser preciso, ou mais rápido do que preciso, é desperdício (Ramos, 2013). Para Hirano (2009), o excesso de produção é o pior de todos os tipos de desperdícios, pois contribui para o desperdício de excesso de inventário, que conduz também a mais transportes. O autor acrescenta ainda, que este é como uma porta aberta para os outros tipos de desperdícios.

2. **Excesso de Inventário** – Demasiados tempos e locais de armazenamento, falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixo desempenho. Excesso de inventário aumenta os *leadtimes*, consome espaço e dificulta a identificação de problemas (Wang, 2011).
3. **Tempos de Espera** – Tempo de espera é geralmente tempo gasto a espera de alguma coisa (Hirano, 2009). Pode ser espera por peças, materiais, informação, pessoas, equipamentos e durante este tempo o processo está parado.
4. **Transporte** – Transportar produtos entre processos não lhes acrescenta valor e tem um custo associado. O excesso de movimento pode ainda pode ainda provocar danos nos produtos. (Wang, 2011)
5. **Processamento inadequado** – Esforço de processamento que envolve mais recursos que os necessários e que do ponto de vista do cliente não acrescentam valor (Ramos, 2013).
6. **Movimento** – Movimento é desperdício, mais precisamente aqueles movimentos que não acrescentam diretamente valor. As operações de trabalho são movimentos feitos pelos trabalhadores enquanto estão a trabalhar e muitas vezes não acrescentam valor. Este desperdício pode ser provocado pela má disposição do *layout*, e mau posicionamento dos materiais e ferramentas. (Hirano, 2009)
7. **Defeitos** – Defeitos na qualidade dos produtos resultando em sucata ou retrabalho, que tem custos associados como o custo de reinspeção e reparação (Wang, 2011).
8. **Capital Humano Subutilizado** – é o não aproveitamento das capacidades quer sejam mentais, físicas, ou criativas dos trabalhadores (Ramos, 2013).

## 2.5 Ferramentas *Lean*

### 2.5.1 5S

Os 5S são um conjunto simples e eficaz de técnicas *Lean* que removem o desperdício do ambiente de trabalho através de uma melhor organização do local, limpeza geral e de uma comunicação visual eficaz (Asefeso, 2012). O nome resulta de cinco palavras em Japonês, começadas por “S” e que constituem os passos da sua aplicação (tabela 1).

Tabela 1: Aplicação da Metodologia 5S (Fonte: Adaptado de Consultores,2013)

<p>1º S- SEIRI (Separar/Classificar)</p>	<p>- Separar o útil do inútil e o necessário do desnecessário. - No posto de trabalho apenas deve estar o que é necessário ao trabalho a realizar e na quantidade certa.</p>
<p>2º S- SEITON (Arrumar/Organizar)</p>	<p>- “Everything has a place, and everything in this place!” (Feld, 2001). - Cada item presente no posto de trabalho deve ter o seu lugar definido e ser arrumado nesse lugar. - O que é mais usado deverá estar mais acessível e tudo deve estar devidamente identificado.</p>
<p>3º S- SEISO (Limpar)</p>	<p>- Limpar e procurar formas de manter limpo e organizado. - As fontes de sujidade deverão ser identificadas e eliminadas, quanto possível, criando condições para evitar a recorrência de sujidade.</p>
<p>4º S- SEIKETSU (Normalizar)</p>	<p>- Definir regras para a manutenção das condições alcançadas com os três primeiros “S”. - Identificar e implementar as ajudas visuais, instruções e procedimentos adequados. - Generalizar a respetiva utilização em todos os postos de trabalho similares.</p>
<p>5º S- SHITSUKE (Autodisciplina/Respeitar)</p>	<p>- Cumprir as regras. - Manter as condições alcançadas e fomentar hábitos de melhoria. - Cada colaborador é responsável por manter o seu posto de trabalho organizado, zelar pela sua melhoria e propor melhorias ao estabelecimento.</p>

Fonte adaptado (Consultores, 2013)

Segundo (Moulding, 2010), os benefícios da aplicação dos 5S são:

- Dá uma oportunidade aos funcionários de darem o seu contributo;
- Faz do local de trabalho um local mais agradável de se trabalhar;
- Acrescenta satisfação ao trabalho;
- Reduz os defeitos e melhora a qualidade;
- Reduz os desperdícios;
- Reduz atrasos para aumentar a fiabilidade das entregas;
- Promove a segurança reduzindo acidentes;



- Aumenta a capacidade dos equipamentos reduzindo as paragens;
- Aumenta a confiança e lealdade dos clientes e reduz as reclamações;
- Constrói uma cultura de melhoria contínua e espírito de equipa.

Hirano (2009) refere oito pontos-chave para o sucesso da implementação desta ferramenta:

1. Estarem todos envolvidos.
2. Obter autorização da empresa.
3. A responsabilidade final cabe ao presidente.
4. Fazer-se entendido por todos.
5. “Do it all the way”.
6. O presidente deve inspecionar pessoalmente a fábrica.
7. Não parar a meio da implementação dos 5S.
8. Os 5S são uma ponte para outras melhorias.

Moulding (2010) conclui, ainda, que a chave para o sucesso não está apenas na implementação de métodos que aumentam a eficiência, mas, também, em fazer dos 5S uma parte vital da cultura da organização.

## 2.5.2 Gestão visual

A gestão visual, ou controlo visual, baseia-se em sinais simples que permitem a rápida identificação da situação ou condição. Quadros de ferramentas, marcações no chão, etiquetas, informações de reposição são alguns exemplos práticos da sua aplicação.

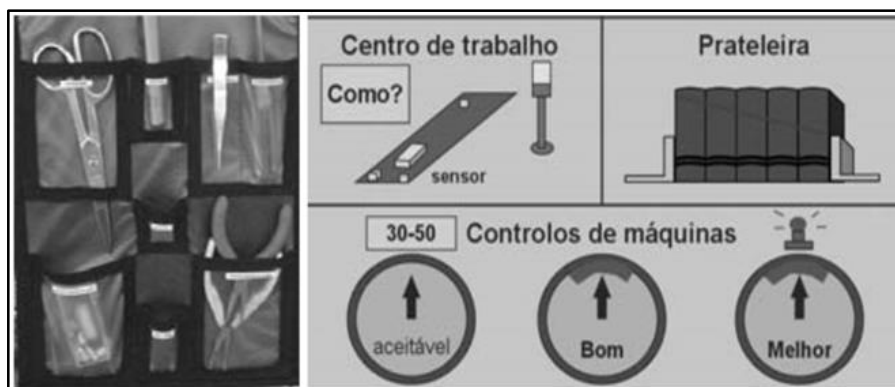


Figura 5: Exemplos da Aplicação da Gestão Visual (Fonte: Pinto,2008)

Um dos objetivos desta ferramenta é a arrumação e organização. A identificação de locais próprios para arrumar determinados itens, reduz a possibilidade de serem mal arrumados e permite a rápida identificação de falhas (Consultores, 2013). Além disso, pretende também, mostrar como o trabalho deve ser realizado, como as coisas são usadas, os níveis de inventário, o estado do processo e quando as pessoas precisam de ajuda (Pinto, Lean Thinking- Introdução ao pensamento magro, 2008).

### 2.5.3 SMED – Single Minute Exchange of Die

O *setup* ou *changeover* diz respeito à mudança de produtos, ferramentas ou ajustes feitos no decorrer de um processo. O tempo de *setup* aumenta o tempo de duração do processo e não acrescenta valor, por essa razão, é considerado um desperdício (Pinto, Lean Thinking- Introdução ao pensamento magro, 2008).

Desenvolvido por Shigeo Shingo, o SMED é um método que promove a redução dos tempos de troca. Ao reduzir o tempo de *setup*, maior pode ser o número de produções diárias. Além disso permite trabalhar com lotes mais pequenos e a redução do tempo total de produção (Wang, 2011). A sua aplicação acaba, sempre, por incluir outras ferramentas *lean*.

Shingo (1989), refere que, o tempo de *setup* é composto pelas quatro operações seguintes:

- Preparação dos materiais, programas, ferramentas, gabaritos, etc. (30%).
- Fixar e remover ferramentas (5%).
- Dimensionamento de ferramentas (15%).
- Testar processo e ajustamento (50%).

Segundo o mesmo autor a metodologia desta ferramenta consiste na aplicação de oito técnicas:

1. **Separar as operações internas das externas** – identificar claramente as operações que tem de ser realizadas com a máquina parada (*setup* interno ou IED) e as que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (*setup* externo OED). Por exemplo, toda a preparação e transporte das ferramentas, materiais e gabaritos de e para a máquina pode ser feita enquanto a máquina está em funcionamento. Através desta simples separação das operações internas e externas, o *setup* interno pode ser reduzido entre 30 a 50 por cento.
2. **Converter *setup* interno em externo** – Este é o princípio mais importante no método SMED. Fazer esta conversão requer que sejam estudadas as operações para verificar se algumas etapas foram assumidas, erradamente, como *setup* interno e encontrar formas de as transformar em *setup* externo.

3. **Normalizar funções** – Padronizar a forma e o tamanho de moldes pode reduzir consideravelmente o tempo de *setup*. Normalizar funções requer uniformidade nos elementos necessários as operações do *setup*.
4. **Usar sistemas de fixação funcionais** – Parafusos são o sistema de aperto mais utilizado, mas é certo que podem consumir muito tempo. Usar sistemas de fixação por pressão, por exemplo, ajuda a reduzir o tempo que a máquina está parada.
5. **Usar gabaritos padrão** – Alguns dos atrasos devido a ajustamentos durante o processo internos de *setup* podem ser eliminados através da utilização de gabaritos padrão.
6. **Adotar tarefas paralelas** – Quando duas pessoas desempenham operações paralelas simultaneamente, o tempo de *setup* é reduzido em mais de metade, devido às economias de movimento.
7. **Eliminar ajustes** - Ajustamentos e testes experimentais, correspondem normalmente entre 50 a 70 por cento do tempo de *setup*. A sua eliminação conduz a grandes poupanças de tempo.
8. **Mecanização** – Utilização de sistemas mecanizados nas operações do processo de *setup*. O investimento na mecanização do processo deve ser considerado com muito cuidado, pois geralmente tem custos elevados associados.

## 2.6 O Layout

Seteenson (2007) define *layout* como a configuração dos departamentos, postos de trabalho, equipamentos, com particular ênfase na movimentação do trabalho (operadores, materiais, utilizadores) através do sistema. O autor refere, ainda, que as decisões associadas a sua implantação envolvem investimentos significativos de tempo e dinheiro, compromissos de longo prazo, o que dificulta a correção de erros e tem um impacto significativo no custo e eficiência das operações.

A correção ou implantação de um bom *layout* proporciona ganhos em diversos aspetos e beneficia a produção devido a disposição dos instrumentos de trabalho, departamentos, pontos de armazenamento e do fator humano envolvido no processo. As correções ao *layout* pode surgir da necessidade de se criar um novo espaço produtivo, necessidade de reorganização ou de expansão, ocorrências de colisões entre pessoas ou entre pessoas/máquinas e móveis e acidentes de trabalho.

Um *layout* correto proporciona um fluxo de comunicação eficaz entre as atividades, melhor utilização da área disponível, um fluxo de trabalho mais eficiente, facilidade na gestão das atividades, diminuição de problemas ergonômicos e flexibilidade para mudanças/ajustes. (Silva, 2013)

Segundo Hiregoudar (2007), num bom *Layout*:

1. A movimentação e transporte de materiais é minimizada e eficientemente controlada.
2. Gargalos de produção são eliminados, assim a matéria prima e produtos semi-acabados fluem rápido de um posto para o outro.
3. Postos de trabalho são desenhados adequadamente.
4. São alocados espaços adequados aos centros de produção e centros de serviços.
5. Movimentos realizados pelos operadores são minimizados.
6. Tempo de espera dos produtos semi-acabados é minimizado.
7. As condições de trabalho são mais seguras e melhores.
8. Há maior flexibilidade para as mudanças do sistema de produção e futura expansão.
9. Há utilização do espaço cúbico (comprimento, largura e altura).
10. Existem melhores métodos de trabalho e tempos de ciclo reduzidos.
11. A sua manutenção é simples.
12. Há aumento da produtividade e da qualidade dos produtos com um custo capital reduzido.
13. Um bom *Layout* permite um fluxo de materiais através da planta, à velocidade desejada e ao mais baixo custo.

Os *Layouts* podem, ainda, ser classificados quanto ao seu tipo: *Layout* por processo, por produto, celular ou de posição fixa. Cabe a cada empresa avaliar qual será o melhor tipo de *layout* a adotarem.

### **2.6.1 *Layout* por Processo**

Também chamado de *layout* funcional, este caracteriza-se por agrupar todos os equipamentos similares ou operações similares num só local, ou seja as máquinas são agrupadas de acordo com as suas funções (Hiregoudar, 2007). A figura seguinte representa um exemplo de um *layout* por processo.

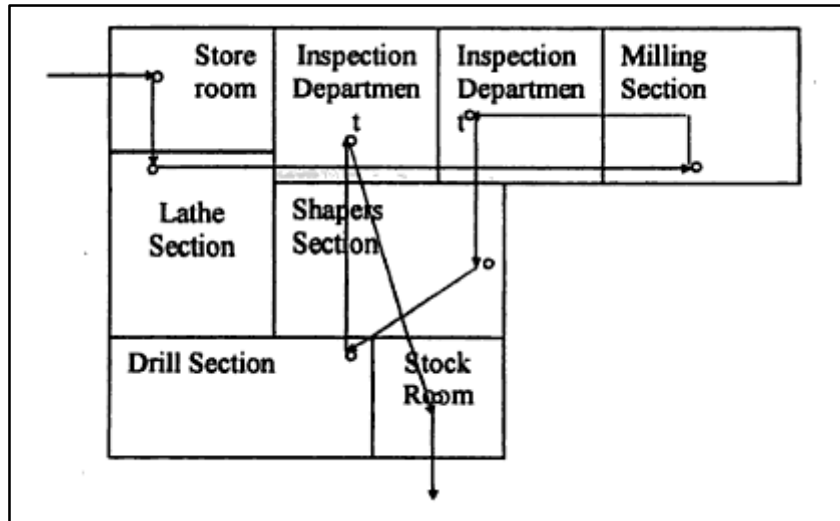


Figura 6: Exemplo de um Layout por Processo (Fonte: Hiregoudar,2007)

Diferentes produtos podem apresentar requisitos de processamento bastante diferentes e sequências de operações. Este tipo de *layout* tem a capacidade de lidar com essas variações de requisitos (Stevenson, 2007).

Segundo Stevenson (2007), as vantagens deste tipo de *layout* são as seguintes:

1. Sistema capaz de responder à variedade dos requisitos de processamento;
2. Este Sistema não é particularmente vulnerável a falhas dos equipamentos;
3. O equipamento é geralmente menos dispendioso do que os equipamentos especializados usados nos *layouts* por produto e é mais fácil e menos dispendioso de manter;
4. É possível usar sistemas de incentivo individuais.

O mesmo autor refere também as desvantagens deste:

1. Custos de inventário em processo podem ser elevados, se forem utilizados lotes de produção no Sistema;
2. A definição de rotas e o planeamento colocam desafios contínuos;
3. Níveis de utilização de equipamentos baixo;
4. Manuseio de material é lento e ineficiente, e mais caro por unidade quando comparado com o *layout* por produto;
5. A complexidade do trabalho leva a altos custos de supervisão quando comparado com o *layout* por produto;

6. A necessidade de especial atenção para cada produto ou cliente e volumes baixos resultam em custos unitários mais elevados do que no *layout* por produto;
7. Contabilidade, controlo de inventário e compras são muito mais envolvidos do que no *layout* por produto.

### 2.6.2 *Layout* por Produto

Conhecido, também, por *layout* em linha, este tipo de sistema caracteriza-se por coexistirem uma ou mais linhas de produção, sendo os equipamentos de cada linha dedicados ao fabrico de um único componente (ou produto) ou pequenas variantes deste. Os equipamentos são organizados de acordo com a sequência de operações a realizar e estes permanecem fixos enquanto o material se desloca ao longo da linha. (Slides de Apio a Unidade Curricular de Gestão de Operações, 2012) (Silva, 2013)

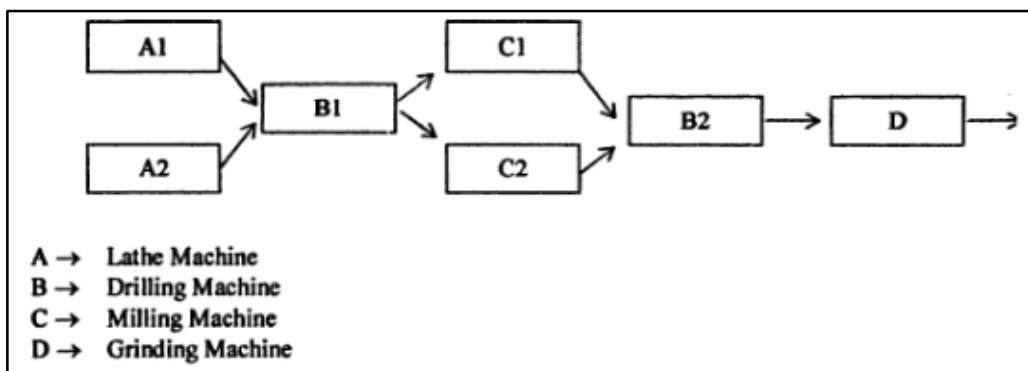


Figura 7: Exemplo de um *Layout* por Produto (Fonte: Hiregoudar,2007)

Segundo Stevenson (2007), as vantagens e desvantagens de um *layout* por produto são:

#### **Vantagens:**

1. Elevado nível de output;
2. Reduzido custo unitário devido ao elevado volume produzido;
3. O trabalho especializado reduz os custos de treino e tempo, o que resulta num amplo leque de supervisão;
4. Reduzidos custos de manuseio dos materiais por unidade;
5. Elevada utilização de mão de obra e equipamentos;

**Desvantagens:**

1. A intensa divisão do trabalho normalmente gera aborrecimento, tarefas repetitivas oferecem pouca oportunidade de avanço e podem conduzir a problemas de moral e lesões por esforço repetitivo;
2. Trabalhadores pouco qualificados podem apresentar pouco interesse na manutenção dos equipamentos e na qualidade dos produtos;
3. O sistema é bastante inflexível na resposta a mudanças de volume de produção ou mudanças no projeto do produto ou processo;
4. Sistema altamente suscetível a paragens causadas por falhas dos equipamentos ou excessivo absentismo;
5. Manutenção preventiva, capacidade para reparações rápidas e *stock* de peças suplentes são despesas necessárias;
6. Planos de incentivo vinculados à produção individual são impraticáveis, uma vez que poderia causar variações entre as saídas de trabalhadores, o que prejudicaria o bom fluxo de trabalho através do Sistema.

**2.6.3 Layout Celular**

Neste tipo de *layout*, os postos de trabalho são agrupados em células que podem processar itens que tem requisitos de processamento similares. Este tipo de produção necessita que sejam identificados os itens com características de *design* e de produção semelhantes, criando famílias de produtos. Os equipamentos são associados de modo a que cada célula produtiva seja maioritariamente, se não exclusivamente, dedicado ao processamento de uma família de componentes (figura 8). (Slides de Apio a Unidade Curricular de Gestão de Operações, 2012)

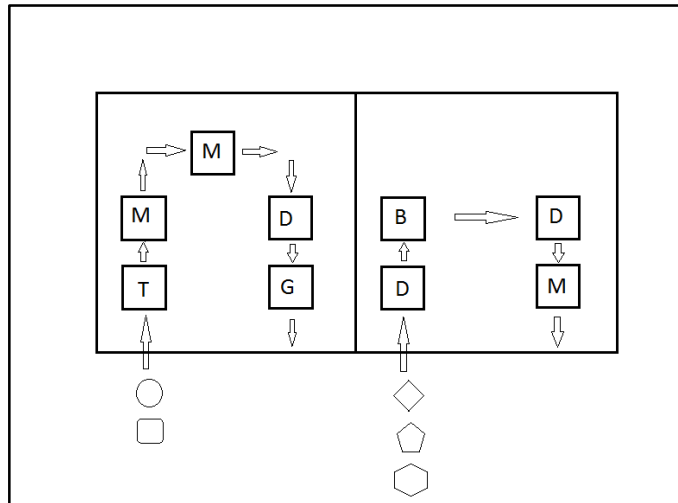


Figura 8: Exemplo de um Layout Celular (Fonte: Adaptado dos slides de apoio à Unidade Curricular de Gestão de Operações, 2012)

Para Pinto (2010), as vantagens deste sistema são:

1. Flexibilidade;
2. Possibilidade de ajuste a vários volumes de fabrico;
3. Simplicidade de gestão;
4. Redução de espaço comparando com o *layout* funcional;
5. Redução de tempos não-produtivos;
6. Diminuição de erros de qualidade;
7. Menores quantidades de stock;
8. Autonomia;
9. Os trabalhadores preferem este tipo de *layout* aos *layouts* por processo e por produto.

O mesmo autor considera como desvantagens:

1. Dificuldades em formar famílias e criar as respetivas células;
2. Investimentos associados à duplicação de equipamentos e outros meios;
3. Dificuldades em alocar novos produtos que não se insiram em nenhuma das famílias ou células criadas.



## 2.6.4 Layout por Posição Fixa

Este tipo de *layout* é utilizado na produção de produtos de grandes dimensões, nos quais a posição do produto já está pré-determinada, como por exemplo na construção de edifícios, ou os custos a sua movimentação são elevadíssimos, como por exemplo, montagem de aviões.

Enquanto nos outros tipos de *layout* os produtos movem-se de um posto para o outro, no layout por posição fixa (figura 9) são os trabalhadores e equipamentos que se deslocam para junto do produto, que permanece num local e é completado nesse mesmo local (Hiregoudar, 2007).

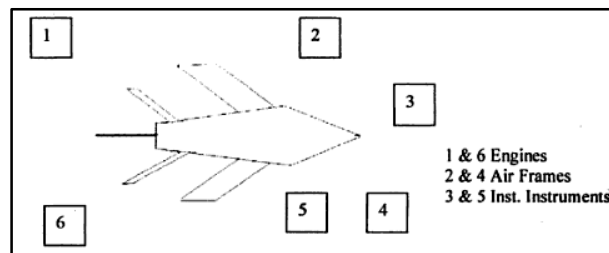


Figura 9: Exemplo de Layout por Posição Fixa (Fonte: Hiregoudar, 2007)

### 3. Caso de Estudo: A Kristaltek

#### 3.1 Apresentação da Empresa

A Kristaltek- Laser e Mecânica de Precisão Lda é uma PME situada em Abade de Neiva, Barcelos, que iniciou a sua atividade em 2009. A empresa atua no segmento de mercado da mecânica de precisão, fornecendo serviços principalmente para a indústria aeronáutica, armamento, indústria médica e de máquinas especiais. Dedicar-se sobretudo a produção de peças metálicas e os seus principais clientes são Tyco Electronics, Browning, Bigot e Leica. Os principais mercados são o mercado Francês, Belga, Alemão e representam cerca de 90% do volume de negócios (dados fornecidos pelo diretor da empresa).



Figura 10: Logotipo da Empresa  
(Fonte: Empresa)



Figura 11: Localização da Kristaltek (Fonte: Google Maps)

A produção labora em três turnos diários de oito horas cada, cinco dias por semana, com exceção de alguns trabalhadores que fazem o horário normal dos departamentos administrativos, logística e comercial (8:30h às 12:30h e 14h às 18h). No momento, a Kristaltek conta com cerca de 80 colaboradores divididos pela seguinte estrutura organizacional:

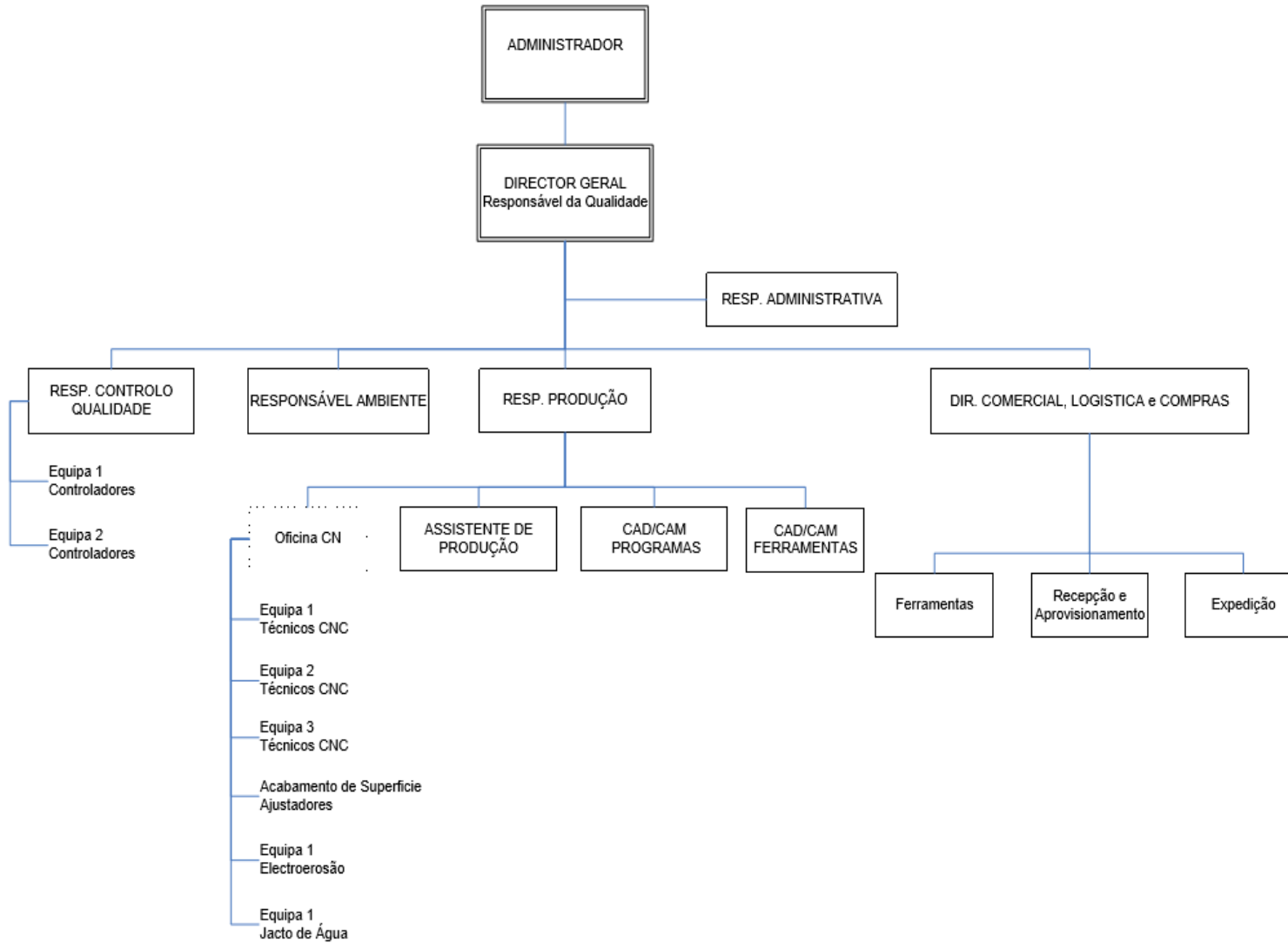


Figura 12: Organigrama da Empresa (Fonte: Manual do Sistema Integrado de Gestão da Empresa)

A empresa está dotada das devidas condições para a realização do processo produtivo completo, começando pela encomenda e receção de MP, passando pelo desenho e programação, maquinação e controlo de qualidade, até ao produto final embalado e acompanhado da documentação técnica e de qualidade necessárias. A produção encontra-se equipada com tecnologia de ponta em tornos, centros de fresagem de 3,4 e 5 eixos, corte por jato de água e electro erosão, tudo isto em instalações devidamente climatizadas.

O seu Sistema de Qualidade está implementado de acordo com as normas ISO14001, ISO9001 e AS9100 (norma adotada pela indústria aeroespacial e defesa) com o objetivo de garantir a eficiência dos processos aos seus clientes e ir de encontro à política de qualidade e ambiente, missão e visão que traçaram.

**POLÍTICA DA QUALIDADE E AMBIENTE:** A Kristaltek, tem por objetivo assegurar, no decorrer da sua atividade de mecânica de precisão para a indústria aeronáutica, armamento, espaço e indústria em geral, e de forma contínua, a satisfação total dos seus clientes e colaboradores, a operacionalidade e rentabilidade da empresa assim como a preocupação com o ambiente. A Direção da Kristaltek assume o compromisso de providenciar os recursos necessários para a implementação desta Política assente nos seguintes princípios:

- Através da Revisão periódica do sistema e processos, da Política e dos objetivos, orientar a estratégia da empresa numa perspetiva de Melhoria Contínua;
- Promover o aumento da produtividade, da qualidade e performance ambiental de forma a garantir a melhoria contínua dos nossos produtos e serviços e aumento do nível organizacional da empresa;
- Estabelecer relações de parceria com Fornecedores e Subcontratados, numa base de ganhar-ganhar, envolvendo-os num espírito de sucesso mútuo que vise o fornecimento dos melhores serviços e produtos;
- Utilizar metodologias que visem a prevenção da poluição e redução dos impactes ambientais associados à atividade como ferramentas de gestão e prevenção, envolvendo todos os colaboradores em todas as etapas do processo;
- Promover a participação, formação e realização de todos os colaboradores, fornecedores e subcontratados, de forma a reforçar progressivamente a Qualidade e a Cultura Ambiental na organização e motivação dos colaboradores;
- Estabelecer práticas de melhoria contínua de forma a atingir níveis de rentabilidade, crescimento sustentado da empresa e eficiência do Sistema de Gestão Integrado de acordo com as expectativas dos seus acionistas, colaboradores e sociedade em geral;
- Aplicar e fazer cumprir os requisitos legais e regulamentar aplicáveis à atividade, e demais requisitos que a organização subscreva, em termos de produto, ambiente, segurança, higiene e saúde.

**MISSÃO:** Seguindo o seu lema “NO LIMITS FOR SOLUTIONS”, a missão da KRISTALTEK, é fornecer o melhor produto e serviço em termos de qualidade, prazos de entrega, competitividade e satisfação do cliente.

**VISÃO:** A KRISTALTEK visa ser um fornecedor de referência em Portugal, em serviços de mecânica de precisão.

### **3.2 Descrição do Processo Produtivo**

A empresa realiza produções de pequeno e médio volume, com um elevado número de referências diferentes. Conta com mais de 1300 referências já produzidas, das quais produz anualmente cerca de 300. Algumas das referências são de produção recorrente e outras são produzidas pontualmente ao longo do ano.

Quando é feito um pedido de orçamento de um novo produto, por parte de um cliente, é criado um dossier de orçamentação. Este inclui o dossier de cliente, a cotação e um dossier de consulta a fornecedor (se aplicável). O dossier de cliente é composto por todos os documentos enviados pelo cliente, como desenhos técnicos, especificações e e-mails trocados entre as partes. Na cotação são englobados todos os custos, tempos e materiais necessários para a produção da peça e no dossier de consulta a fornecedor constam as documentações trocadas com o fornecedor de modo a poder cotar as operações de subcontratação ou fornecimentos. Tendo a cotação feita, o dossier de orçamentação está completo e é inserido no sistema informático, sendo-lhe atribuído um número único: P-XXXXXX, em que X é um número sequencial.

Caso o cliente aceite o orçamento e efetue a encomenda é criado um dossier de produto com toda a documentação recebida do cliente e é atribuído um código interno ao produto. A regra de atribuição do código interno é a seguinte:

- PAXXXX.YYY – Para produtos em que a matéria é fornecida pela Kristaltek.
- SPXXXX.YYY – Para produtos em que a matéria é fornecida pelo próprio cliente.

Em ambas as situações, o X é um número sequencial único e os Y correspondem ao número interno atribuído a cada cliente pela empresa. Neste dossier técnico do produto fazem parte os desenhos, especificações, fichas de autocontrolo, fichas de instrução, etc.. Depois de recebida a encomenda, o processo produtivo desenvolve-se de acordo com as etapas do seguinte fluxograma. O mesmo acontece para repetição de encomendas.

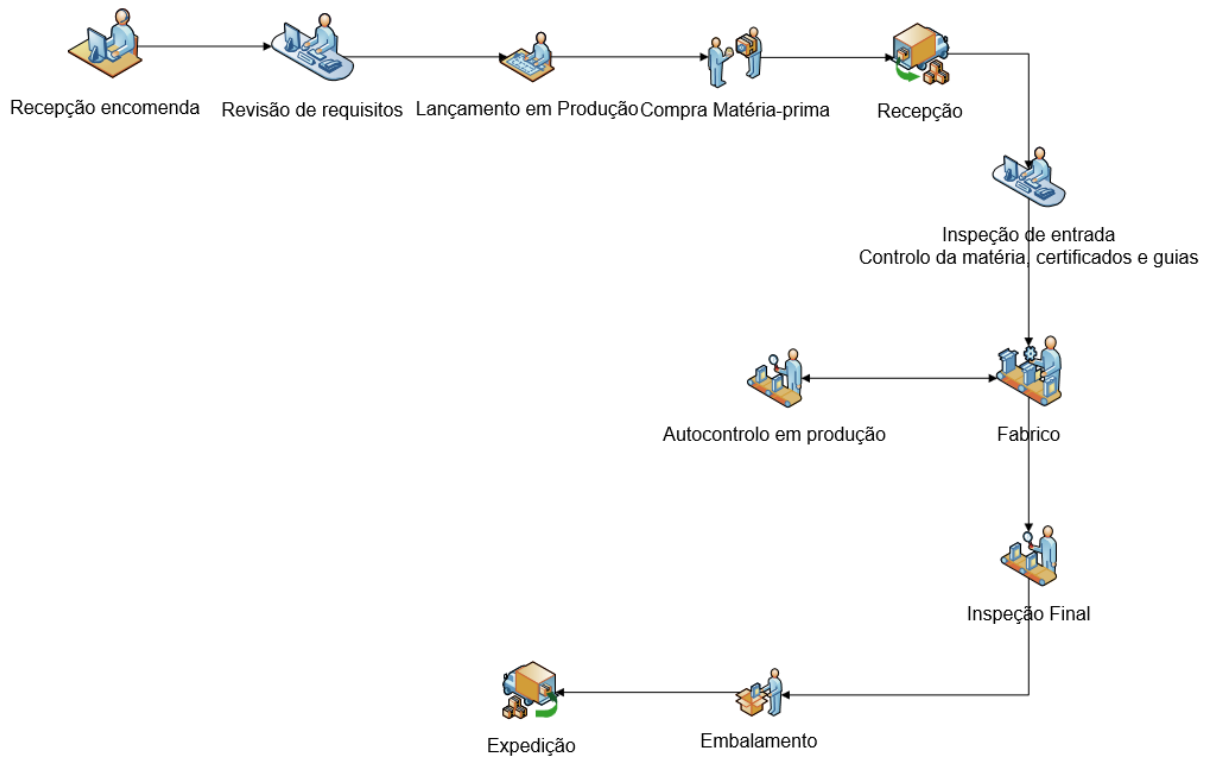


Figura 13: Fluxograma Produtivo da Kristaltek (Fonte: Empresa)

Após a receção da encomenda, é realizada uma revisão de requisitos e, posteriormente, são feitas, se necessárias, encomendas de MP. A encomenda é lançada em produção através da criação de uma ordem de fabrico gerada a partir do *software* RPS. Esta OF possui uma numeração única e sequencial do tipo OFXXXXXX, em que X é um número sequencial. O documento serve de acompanhamento das várias fases de produção. Existe um campo na OF para cada fase de produção que, após preenchimento, valida a conclusão da operação/etapa de produção. A Ordem de Fabrico são anexados outros documentos necessários ao bom desenrolar da produção como desenhos, fichas de instrução, relatórios de autocontrolo e de controlo final, constituindo assim o dossier de produção (DP). Um DP é considerado encerrado sempre que todas as fases da OF estejam fechadas e a documentação associada esteja preenchida corretamente.

Quando chega a MP e/ou ferramentas é realizada uma inspeção de forma a avaliar a sua conformidade com o pedido e uma cópia dos certificados de matéria é incluída no dossier de produção. Verificando-se a conformidade pode avançar-se para a etapa seguinte, caso contrário, é efetuada a sua devolução e é feito um novo pedido.

A etapa “Fabrico” do fluxograma engloba todas as atividades necessárias à produção das peças. Caso seja necessário cortar a matéria em dimensões mais pequenas, esta passa primeiro pelo corte e só depois está nas devidas condições de entrar em produção. O fabrico das peças pode

ser feito através de um dos tipos de processos disponibilizados pela empresa ou de combinações deles de acordo com o referido no ponto 3.1.

Durante a produção são realizados controlos dimensionais pelos operadores de modo a garantir que o processo decorre de acordo com o estabelecido.

A última etapa do processo de fabrico diz respeito ao acabamento. Neste sector são realizadas as operações de acabamento de superfície como rebarbagem, polimento, lavagem e vibro-acabamento (ver glossário).

Terminadas todas as operações de produção, é feita a inspeção final no laboratório de metrologia. Estando conformes, as peças seguem para o embalamento para posterior expedição.

### **3.3 A Situação Inicial**

O cenário encontrado foi o de uma empresa com bastante potencial de melhoria e o primeiro passo consistiu no levantamento do estado dos diferentes setores. Este foi apoiado pelo registo fotográfico e por conversas com os colaboradores dos diferentes departamentos. Registaram-se todos os problemas existentes e verificaram-se as consequências que esses problemas tinham no funcionamento diário da empresa.

Neste projeto, como o referido no ponto 1.2, optou-se por analisar com mais detalhe quatro setores: o Armazém, o Embalamento, a Fresagem e, de forma mais geral, propor uma nova organização para o *Layout* fabril.

Os tópicos seguintes descrevem em pormenor o estado dos setores a intervir durante o período de estágio e incluem algumas imagens do registo fotográfico efetuado. No final de cada tópico encontra-se uma tabela resumo com os problemas identificados e as suas consequências. De notar, que não existe relação direta da posição das consequências com a posição dos problemas na tabela.

#### **3.3.1 Armazém**

Armazém com cerca de 50m<sup>2</sup> construído no interior da nave de produção e localizado junto ao portão de cargas e descargas. O propósito inicial deste armazém era armazenar apenas matérias-primas e ferramentas, mas com o tempo, outros materiais necessários aos diferentes setores e *stocks* de produtos acabados passaram a fazer parte do inventário.

Alguns dos maiores problemas deste setor eram a falta de registos de entradas e saídas, má gestão do espaço e deficiente organização. As excessivas deslocações de operadores de outros setores ao armazém e a falta de um operador permanente no local contribuía para as falhas de registos. A má gestão do espaço e falta de localizações específicas originava uma ocupação inadequada dos espaços livres existentes. Geralmente a área de chão livre entre as estantes encontrava-se ocupada com MP e outros materiais dificultando o acesso.

As estantes tinham as identificações degradadas, os artigos estavam desorganizados nas prateleiras e não havia um registo do que cada uma delas continha. Também se encontravam muitos materiais de outros setores, como por exemplo do acabamento e do embalamento. As imagens recolhidas mostram a situação em que o armazém se encontrava.



Figura 14: Estado inicial do Armazém (imagem 1)



Figura 15: Estado inicial do Armazém (imagem 2)



Dos problemas existentes, realçam-se:

1. **O *stock* do cliente 080**
2. **Organização dos gabaritos.**

Estes problemas provocados pela má organização refletiam-se no tempo elevado para encontrar um *stock* ou um gabarito. O problema do *stock* interferia diretamente com o setor de embalagem/expedição e com o planeamento sempre que era necessário produzir e/ou expedir peças para o cliente. As imagens seguintes mostram como o *stock* do cliente 80 e os gabaritos estavam organizados no armazém.



Figura 16: *Stock* do cliente 80 disposto em estantes de forma aleatória



Figura 17: *Stock* do cliente 80 armazenado numa paleta



Figura 18: Estante dos Gabaritos

### 3.3.1.1 O Stock do Cliente 80

Dentro do painel de clientes da KTEK existe um caso particular, o cliente 80. Este cliente efetua encomendas de acordo com os lotes económicos pré-estabelecidos e, sempre que necessário, envia ordens de expedição com o número de peças requeridas pelo cliente final.

Durante o período de tempo que decorre entre a receção da encomenda e a receção da ordem de expedição, a KTEK é obrigada a gerir um *stock* intermédio de peças acabadas, mas não entregues a cliente. Sempre que o número de peças em *stock* atinge o nível mínimo de segurança, é recebida uma nova encomenda e o processo volta ao início.

As ordens de expedição são recebidas no decorrer de cada mês e no final é feita uma única expedição com a totalidade das referências pedidas em cada uma das ordens de expedição. Este processo obriga a um constante recurso ao *stock* intermédio de forma a preparar atempadamente cada expedição mensal.

Outro dos problemas identificados foi a falta de registo informático da movimentação deste *stock*, criando assim problemas de inventário e rigor nas quantidades em armazém.

Constata-se, igualmente, que para além do *stock* intermédio exigido pelo cliente a KTEK mantinha um *stock* paralelo de peças que resultavam de excesso de produção. Este excesso de produção é resultante da opção da KTEK em aumentar o lote económico de lançamento. Este risco é assumido pela empresa.

Inicialmente existia um registo rudimentar onde era possível consultar o *stock* existente. Esse registo apenas continha a informação da quantidade de peças em *stock* e se esse *stock* era do cliente, ou se era *stock* da KTEK. A única informação que podíamos saber sem procurar no armazém era se existia ou não e de que tipo de *stock* se tratava. O tempo de procura no armazém

mantinha-se pois, não existiam localizações definidas para cada referência, apenas o *stock* da empresa estava identificado com uma etiqueta “ktk”. No entanto, no início do meu estágio já não era possível obter qualquer informação fiável através deste ficheiro visto que, devido a falta de registo de movimentos, encontrava-se desatualizado.

No sentido de avaliar com maior exatidão a situação, procedeu-se ao registo dos tempos necessários para encontrar uma série de referências que, segundo dados do cliente, se encontravam em *stock* intermédio. Analisaram-se os tempos de procura de doze referências diferentes e registaram-se na tabela seguinte.

Tabela 2: Tempo de procura no armazém de doze referências de *stock* cliente 80

ARTIGO	TEMPO(MIN)
PA00487.080	00:02:12
PA00489.080	00:04:03
PA00490.080	00:02:10
PA01093.080	00:01:28
PA01099.080	00:03:44
PA01122.080	00:02:38
PA01134.080	00:02:22
PA01158.080	00:00:57
PA01165.080	00:00:54
PA01184.080	00:01:34
PA01195.080	00:01:42
PA01206.080	00:03:27
PA01217.080	00:02:39
<b>TEMPO TOTAL</b>	00:29:50
<b>TEMPO MÉDIO</b>	00:02:18

Como podemos observar na tabela, eram necessários quase trinta minutos para encontrar as doze referências mesmo sabendo que essas referências existiam e que eram *stock* de cliente. Na hipótese de ser necessário obter informação sobre o estado do *stock* KTEK não era possível obter tal informação sem procurar fisicamente em armazém.

### 3.3.1.2 Organização de gabaritos

Na KTEK existem 2 tipos de gabaritos de produção: uns são usados unicamente para uma referência e outros são comuns a duas ou mais referências.

Inicialmente a empresa decidiu organizar os gabaritos em caixas plásticas em estantes numeradas e existia uma lista com o registo da posição relativa de cada gabarito. Com o aumento exponencial do número de referências com gabarito de produção, o número de caixas existente tornou-se insuficiente. Os novos gabaritos foram sendo colocados aleatoriamente nas prateleiras mais próximas, sem registo, e mesmo os que tinham posição definida nas caixas acabaram por ser colocados em outras posições juntamente com os novos. Com o passar do tempo deixou de existir qualquer ligação entre o registo e as posições reais. Assim, sempre que é necessário um gabarito para produção, o tempo de procura é substancialmente superior ao que seria expectável.

Na tabela seguinte apresenta-se um resumo dos problemas identificados na fase inicial no sector do armazém assim como as suas consequências.

Tabela 3: Problemas identificados no Armazém e suas Consequências

Problemas Identificados	Consequências
<ul style="list-style-type: none"> <li>Localizações aleatórias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encomendas desnecessárias de MP</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inexistência de inventário de MP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produções desnecessárias</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inexistência de planta com localizações definidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tempos longos para procurar um determinado item</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de inventário de <i>stocks</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Como não existem localizações definidas, guardam-se os artigos nos locais livres existentes, originando ainda maior desorganização</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Existência sucatas e ferramentas obsoletas no armazém</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Varias deslocações de pessoas de outros setores ao armazém, devido à existência de materiais necessários aos seus sectores</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de registo de entradas e saídas de ferramentas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entraves à circulação de pessoas e matérias dentro do armazém</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Não existem locais definidos para colocar matérias prontas a entrar em produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espaço inutilmente ocupado com materiais obsoletos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação das estantes degradada</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Espaço é insuficiente para tudo o que alberga</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Espaço no solo está constantemente ocupado</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de recursos informáticos no local</li> </ul>	

### 3.3.2 Embalamento

A secção de embalamento está localizada junto ao sector de fresagem e da porta de acesso à fábrica.

O setor de embalamento apenas dispunha de uma mesa própria para o efeito de embalamento e duas estantes pequenas de apoio. Um dos maiores problemas desta secção era a falta de um operador responsável pela mesma, o que comprometia a organização do espaço e o acompanhamento do fluxo de peças para embalar, resultando na sua acumulação no local.

De acordo com referido no ponto 3.3.1 os problemas com a organização do *stock* no armazém interferiam diretamente com este setor. O operador que se ocupasse, por exemplo, de uma expedição de peças do cliente 080, necessitava de demasiado tempo para encontrar uma determinada referência em *stock* e quando tinha de dar entrada em stock não sabia onde colocar cada referência.

O estado do setor fazia com que o operador designado para embalar os produtos a expedir perdesse tempo à procura de utensílios de embalamento, como tesouras, fita-colas, caixas, etc.. Era notória a falta de alguns recursos e a falta de locais específicos para colocar peças a aguardar embalamento e peças a aguardar expedição/stockagem. Sempre que era necessário entregar peças para embalar, as caixas eram deixadas no chão juntamente com as peças que já se encontravam embaladas e prontas a expedir. Desta forma geravam-se cruzamentos nos fluxos de entrada e saída, podendo originar erros e falhas nos envios. Por outro lado, este cruzamento nos fluxos poderia provocar trocas nos DP dificultando a sua associação as peças e número de lote. Os DP acumulavam-se no local e, a maior parte deles, não tinham, na OF, a fase de Embalamento/Expedição preenchida, originando problemas no rastreamento e fecho dos Dossiers de Produção.

A falta de recursos de etiquetagem e alguns materiais de embalamento no local foi outro dos problemas identificados. O operador designado para o embalamento tinha de se deslocar varias vezes, quer ao armazém quer ao gabinete de planeamento, para conseguir obter os materiais necessários para embalamento e imprimir as etiquetas de identificação. A impressora de etiquetas estava localizada no gabinete do planeamento e era necessário ocupar um dos computadores para obter as etiquetas de identificação das caixas, perturbando o normal funcionamento do departamento de planeamento. As caixas de cartão, fita-cola e rolos de filme estavam guardados no armazém.

As imagens seguintes mostram o estado inicial do embalamento.



Figura 19: Estado inicial da mesa de embalagem



Figura 20: Acumulação de caixas e resíduos plásticos



Figura 21: Acumulação de peças a aguardar embalagem



Figura 22: Acumulação de DP

Tal como para o armazém, listaram-se os problemas e as consequências resultantes e agruparam-se na seguinte tabela.

Tabela 4: Problemas identificados no embalamento e suas consequências

Problemas Identificados	Consequências
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de organização do espaço</li> <li>Acumulação de DP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Má imagem perante os clientes</li> <li>Tempo elevado para o processo de embalamento</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de instruções de trabalho</li> <li>Falta de locais para arrumação de materiais e utensílios do processo de embalamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erros no embalamento das peças</li> <li>Perdas de informação no relacionamento de peças e respetivos DP</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acumulação de peças por embalar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocupação de espaço com <i>stock</i> que deveria estar em armazém</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Não existe área específica de peças para embalar e peças para expedição</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perdas de informação que deve ser enviada na expedição do cliente 080</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Acaba por funcionar como armazém intermédio de PA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrave no fluxo de informação</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falhas/Atrasos no processo de embalamento/armazenamento/expedição do cliente 080</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>OF com campo embalamento/expedição por preencher</li> </ul>	

### 3.3.3 Fresagem

A fresagem é um dos processos principais de fabrico da empresa. A sua disposição no *layout* fabril pode ser consultada na imagem 23.

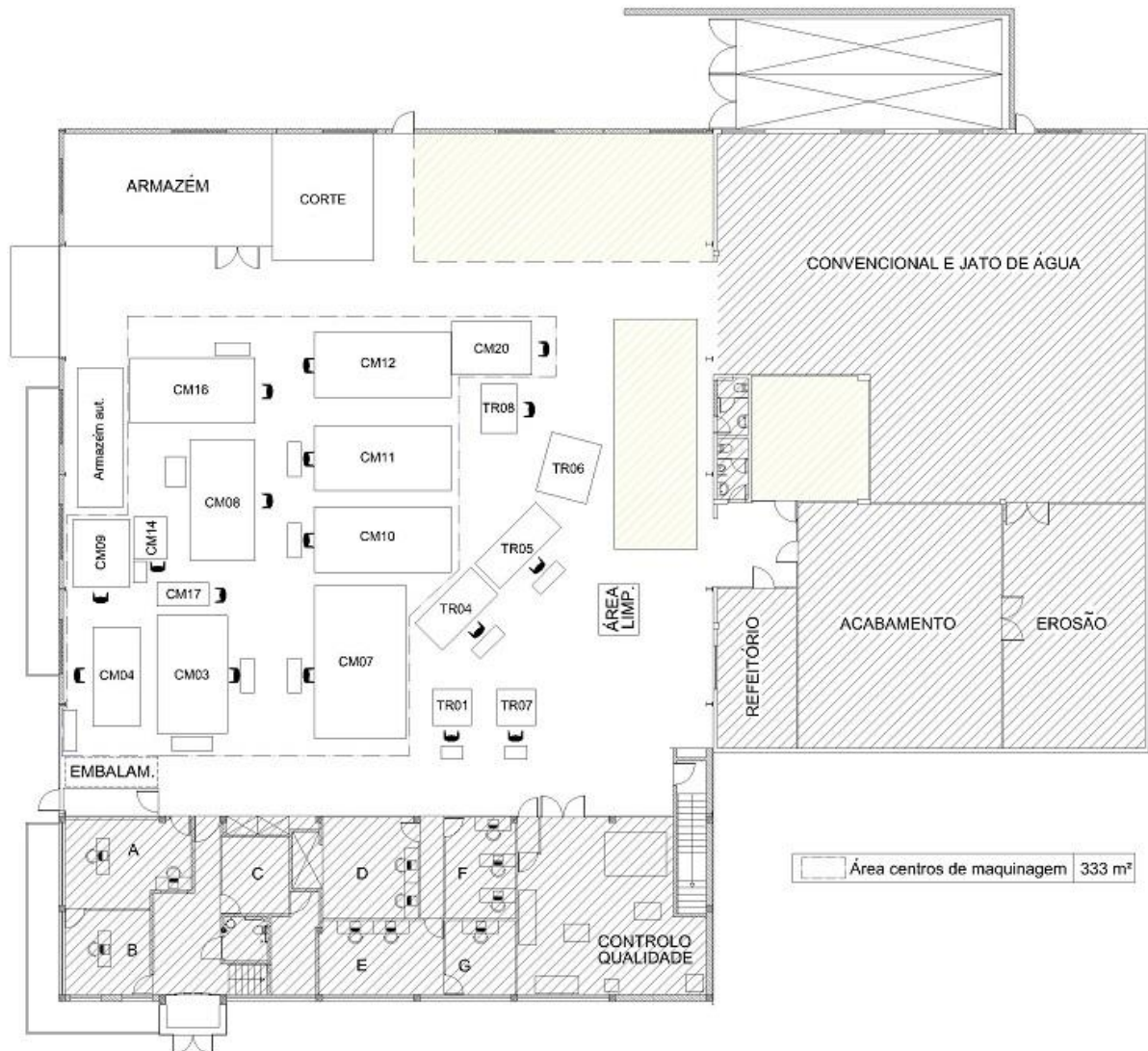


Figura 23: Disposição do setor de fresagem no Layout fabril

Na Ktek, o sector de fresagem é composto por doze máquinas, das quais cinco são vocacionadas para fresagem horizontal e as restantes para fresagem vertical. A fresagem é um processo mecânico de arranque de apara, que na Kristaltek é feito recorrendo a máquinas CNC. O processo consiste em retirar excesso de metal da superfície de um bloco de MP (metal ou não metal), com a finalidade de lhe dar a forma e o acabamento desejados. Na fresagem, a remoção do metal da peça é feita pela combinação de dois movimentos efetuados em simultâneo. Um dos



movimentos é o de rotação da ferramenta e outro o movimento nos vários eixos da máquina (por exemplo eixo X, eixo Y, Eixo Z e Eixo B).

No setor, observa-se uma disposição inapropriada dos equipamentos. A disposição das máquinas sugere cariz aleatório. Esta situação resulta na falta de contato visual entre os diferentes postos de trabalho e corredores de circulação mal definidos e estreitos, que dificultam a circulação e o manuseamento de MP e peças processadas.

Os postos de trabalho não possuem bancadas de trabalho adequadas e estão desorganizados. Verifica-se a falta de recursos de transporte de peças e de armazenamento da MP junto dos postos de trabalho. Em muitas ocasiões, os operadores necessitam de procurar instrumentos de medição e outras ferramentas nos postos de trabalho circundantes.

Um dos problemas identificados com maior impacto nas perdas de produção é a preparação e troca de ferramentas (*setup* de ferramentas).

A preparação ou troca de ferramenta pode ocorrer em 2 situações:

1. O *setup* inicial da máquina.
2. Desgaste ou quebra durante a produção.

Os tempos de *setup* inicial da máquina variam de acordo com o grau de complexidade das peças a produzir, sendo habitualmente longos. Neste processo um dos maiores impactos é o *setup* das ferramentas.

A maior parte do processo de preparação das ferramentas é realizado pelo operador sendo necessário parar a máquina. Estas paragens acarretam custos de produção e não acrescentam valor ao produto final. No decorrer das produções por vezes é necessário proceder-se a troca de ferramentas, geralmente originada pelo seu desgaste ou quebra, obrigando a paragens. Com base na fundamentação teórica do capítulo dois, estas operações realizadas com a máquina parada são consideradas operações internas do processo de *setup*, IED, e devem ser alvo de melhoria.

São várias as condições que fazem com que as preparações das produções sejam distintas. Dependem da máquina, da sequência de operações, do número de ferramentas necessárias e do seu tipo, do tipo de material a maquinar, etc.

Uma dada referência pode não ser sempre produzida na mesma máquina, como tal, o processo pode ser alterado de acordo com a máquina em que é realizado. Esta mudança de equipamento pode ocorrer devido a ocupação do recurso por outra produção ou por falha técnica do equipamento. De referir, no entanto, que as referências do sector aeronáutico são sempre sujeitas ao mesmo processo, visto que são qualificados pelos clientes.

A montagem das ferramentas tem três fases: a escolha da ferramenta, a montagem no cone de aperto e montagem do conjunto no centro de fresagem.

No entanto, existem preparações em que não é necessário a montagem de ferramentas, sendo, apenas, alterada a sua posição na máquina ou efetuada a sua troca para outra máquina. Isto acontece porque existem ferramentas que podem ser comuns a várias referências.

Sendo necessária a sua montagem, o processo realizado depende do tipo de cone. Existem dois tamanhos diferentes de cones: SK40 e BT30. A distinção entre cone SK40 e cone BT30 diz respeito à dimensão da forma cônica assinalada com um retângulo azul na figura 24. Para a parte superior do cone existem diferentes modelos que variam de acordo com o sistema de aperto e com a ferramenta que permitem apertar.



Figura 24: Exemplo de cone SK40 e cone BT30

O método de aperto da ferramenta no cone pode ser feito por recurso a aquecimento térmico através de indução ou com recurso a pinças.



Figura 25: Exemplo de cone de aperto térmico

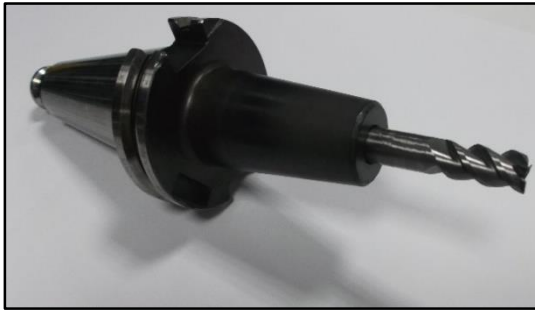


Figura 26: Exemplo de ferramenta apertada num cone térmico



Figura 27: Exemplo de cone de aperto simples



Figura 28: Exemplo de ferramenta apertada num cone simples

A montagem dos cones térmicos SK40 e BT30 é feita com apoio de uma máquina de aquecimento por indução (figura 29) e os cones de aperto simples são apoiados num suporte para fazer o aperto manual. Para o aperto simples dos cones SK40 existe um suporte próprio, que permite a sua segura e correta fixação (figura 30). Os cones BT30 como tem menor dimensão não podem ser apertados no mesmo suporte, sendo apertados num torno de bancada manual (figura 31).



Figura 29: Máquina de indução térmica



Figura 30: Suporte de aperto dos cones SK40



Figura 31: Torno de bancada manual para aperto dos cones BT30

Depois da montagem as ferramentas têm de ser medidas num dispositivo próprio, a *Zoller* (figura 32), que dará a informação dimensional da ferramenta. Esta informação é posteriormente inserida no controlador do centro de fresagem, desta forma o controlador reconhecerá as características da ferramenta. No final da montagem das ferramentas nos cones procede-se à montagem do conjunto no centro. Através do programa de fresagem da respetiva referência sabe a posição de cada ferramenta.



Figura 32: Zoller

A localização dos recursos referidos anteriormente no *layout* da fábrica é a indicada na imagem seguinte:



Figura 33: Localização inicial dos recursos necessários ao processo de montagem e troca de ferramenta

Tendo em conta que o tipo de cone usado depende da máquina, listaram-se as máquinas que utilizavam no seu funcionamento cones SK40 e as que usavam cones BT30 (tabela 5). O equipamento CM20 não consta nas avaliações efetuadas, pois está obsoleto.

Tabela 5: Tipo de cone utilizado por cada máquina

EQUIPAMENTO	TIPO DE CONE
CM4	BT30
CM03	SK40
CM17	BT30
CM09	BT30
CM14	SK40
CM08	SK40
CM16	SK40
CM07	SK40
CM10	SK40
CM11	SK40
CM12	SK40

Para os quatro processos de montagem, dois para cada tamanho de cone, identificou-se o fluxo de movimentação necessário e a sua extensão dentro do *layout* para cada uma das situações em que podem ocorrer a troca de ferramentas. As duas situações são descritas de seguida.

### 1. O *setup* inicial da máquina

Os quatro tipos de fluxo existentes na preparação são os apresentados na tabela seguinte:

Tabela 6: Tipos de Fluxos existentes no *setup* inicial da máquina

FLUXO	SEQUENCIA DE EQUIPAMENTOS																
Fluxo 1 (SK40 simples)	CM	→	ARM	→	4	→	1	→	3	→	2	→	CM				
Fluxo 2 (SK40 térmicos)	CM	→	ARM	→	4	→	6	→	SC	→	2	→	CM				
Fluxo 3 (BT30 simples)	CM	→	ARM	→	4	→	1	→	3	→	5	→	3	→	2	→	CM
Fluxo 4 (BT30 térmicos)	CM	→	ARM	→	4	→	6	→	SC	→	2	→	CM				

Fluxo 1: O operador que está no centro de fresagem (CM), desloca-se ao armazém (ARM) para procurar o cone necessário e de seguida dirige-se ao armazém automático de ferramentas (4) para obter a ferramenta. Em seguida desloca-se à mesa de ferramentas (1) para procurar a pinça adequada à ferramenta e segue para o suporte de aperto (3). Tendo o cone apertado necessita de obter a informação dimensional da ferramenta na Zoller (2). Por fim regressa ao Posto de trabalho (CM).

Fluxo 2: O operador que está no centro de fresagem (CM) desloca-se ao armazém (ARM) para procurar o cone necessário e de seguida dirige-se ao armazém automático de ferramentas (4) para obter ferramenta. Segue para a máquina de indução térmica (6) e depois de arrefecer o cone no arrefecedor (equipamento ao lado da máquina térmica, considerando-se desprezível a distância a este equipamento) tem de alcançar a pistola de ar comprimido para o secar (SC). Antes de voltar ao posto de trabalho passa pela Zoller (2) para obter a informação dimensional da ferramenta.

Fluxo 3: O operador que está no centro de fresagem (CM) desloca-se ao armazém (ARM) para procurar o cone necessário e de seguida dirige-se ao armazém automático de ferramentas (4) para obter a ferramenta. Depois passa no suporte manual (3) para obter uma chave de aperto e dirige-se para o torno de bancada manual (5). Volta ao suporte manual para devolver a chave e antes de regressar ao CM passa na Zoller para obter a informação dimensional da ferramenta.

Fluxo 4: Igual ao fluxo 2.

Para cada centro de fresagem mediram-se as extensões iniciais, em metros, relativamente a cada um dos fluxos (tabela 7):

Tabela 7: Extensões dos fluxos iniciais na situação de *setup* da máquina

	FLUXO 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4	TOTAL(m)
CM04	0	0	151	100	251
CM03	82,1	91,1	0	0	173,2
CM17	0	0	146	95	241
CM09	0	0	156,9	105,9	262,8
CM14	92,4	101,4	0	0	193,8
CM08	82,5	91,5	0	0	174
CM16	82,9	91,9	0	0	174,8
CM07	84,4	93,4	0	0	177,8
CM10	83,4	98,5	0	0	181,9
CM11	83,1	92,1	0	0	175,2
CM12	83,1	92,1	0	0	175,2

## 2. Desgaste ou quebra durante a produção

Numa troca de ferramenta que ocorra durante uma produção, identificam-se os quatro fluxos seguintes:

Tabela 8: Tipos de fluxos existentes para a troca de ferramentas por desgaste ou quebra durante a produção

FLUXO	SEQUENCIA DE EQUIPAMENTOS												
Fluxo 1 (SK40 simples)	CM	→	4	→	3	→	2	→	CM				
Fluxo 2 (SK40 térmicos)	CM	→	4	→	6	→	SC	→	2	→	CM		
Fluxo 3 (BT30 simples)	CM	→	4	→	3	→	5	→	3	→	2	→	CM
Fluxo 4 (BT30 térmicos)	CM	→	4	→	6	→	SC	→	2	→	CM		

Fluxo 1: O operador desloca-se do centro de maquinação (CM) até ao armazém automático de ferramentas (4) para obter nova ferramenta e de seguida dirige-se ao suporte manual (3) para proceder a sua troca e aperto. Depois passa pela Zoller (2) para obter a informação dimensional da ferramenta e volta para o posto de trabalho (CM).

Fluxo 2: O operador desloca-se do centro de maquinação (CM) até ao armazém automático de ferramentas (4) para obter nova ferramenta e de seguida dirige-se para a máquina de indução térmica (6). Alcança pistola de ar comprimido para secar o cone (SC) depois do arrefecimento e antes de voltar ao CM passa pela Zoller (2) para medir a ferramenta.

Fluxo 3: O operador desloca-se do centro de maquinação (CM) até ao armazém automático de ferramentas (4) para obter nova ferramenta. De seguida passa no suporte manual (3) para obter uma chave de aperto e dirige-se para o torno de bancada manual (5). Volta ao suporte manual para devolver a chave e antes de regressar ao CM passa na Zoller para obter a informação dimensional da ferramenta.

Fluxo 4: Igual ao Fluxo 2.

Tal como para o *setup* inicial da máquina, calcularam-se as extensões dos fluxos para cada centro de fresagem (tabela 9).



Tabela 9: Extensões dos fluxos iniciais para o desgaste ou quebra durante a produção

	FLUXO 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4	TOTAL(m)
CM04	0	0	107,9	56,3	164,2
CM03	39,6	48	0	0	87,6
CM17	0	0	111,2	59,6	170,8
CM09	0	0	123,5	71,9	195,4
CM14	60	68,4	0	0	128,4
CM08	56,3	64,7	0	0	121
CM16	67,3	75,7	0	0	143
CM07	41,8	50,2	0	0	92
CM10	52,9	61,3	0	0	114,2
CM11	61,3	69,7	0	0	131
CM12	69,7	78,1	0	0	147,8

Verificando a localização dos recursos necessários aos quatro fluxos da figura 33, constata-se que a extensão dos fluxos pode ser reduzida através da alteração da disposição dos equipamentos necessários ao *setup* das ferramentas.

Os problemas identificados no setor encontram-se resumidos na tabela seguinte, assim como, as suas consequências.

Tabela 10: Problemas identificados no setor de fresagem e suas consequências

Problemas Identificados	Consequências
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposição dos Equipamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Má imagem</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desorganização dos postos de trabalho</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ma disposição influencia a gestão visual dos processos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de registos de tempos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tempos <i>setup</i> longos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversas deslocações ao Armazém</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Condicionamento na circulação de pessoas e materiais</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de recursos de movimentação de peças e materiais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Várias paragens por falhas técnicas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Marcações desatualizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erros na mudança dos óleos</li> <li>Desconhecimento do rendimento das máquinas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Distâncias demasiado grandes entre equipamentos fortemente relacionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Condicionamento do planeamento</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Corredores mal dimensionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Depósito de materiais e peças processads no chão</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de alguns equipamentos de controlo de operador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte inadequado das peças</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de manutenção preventiva</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de instruções de controlo e mudança de óleos</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iluminação deficiente</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bancadas de trabalho inadequadas</li> </ul>	

### 3.3.4 O Layout

O *layout* está relacionado com vários dos problemas identificados ao longo deste relatório. A má disposição dos equipamentos nos diferentes processos faz com que se realizem deslocações desnecessárias e com que as necessárias sejam demasiado longas. São várias as alterações que se podem efetuar de modo a melhorar a organização do espaço fabril.

A disposição atual dos equipamentos não foi planeada e é consequência do rápido crescimento da empresa nos últimos anos. Este crescimento implicou a aquisição de novos equipamentos que foram sendo dispostos nas áreas vazias do chão de fábrica sem qualquer estratégia relacional entre cada um dos postos de trabalho. A única organização constatada na prática era a divisão entre centros de fresagem e tornos, existindo duas áreas bem distintas para os dois processos.

Devido a esta falta de organização, o espaço não é utilizado da melhor forma, a circulação dos materiais e pessoas fica condicionada, os trabalhos de manutenção são dificultados e existe falta de contacto visual com alguns postos de trabalho. A disposição inicial pode ser consultada na seguinte imagem e no anexo 1 encontra-se uma lista auxiliar para a sua leitura:

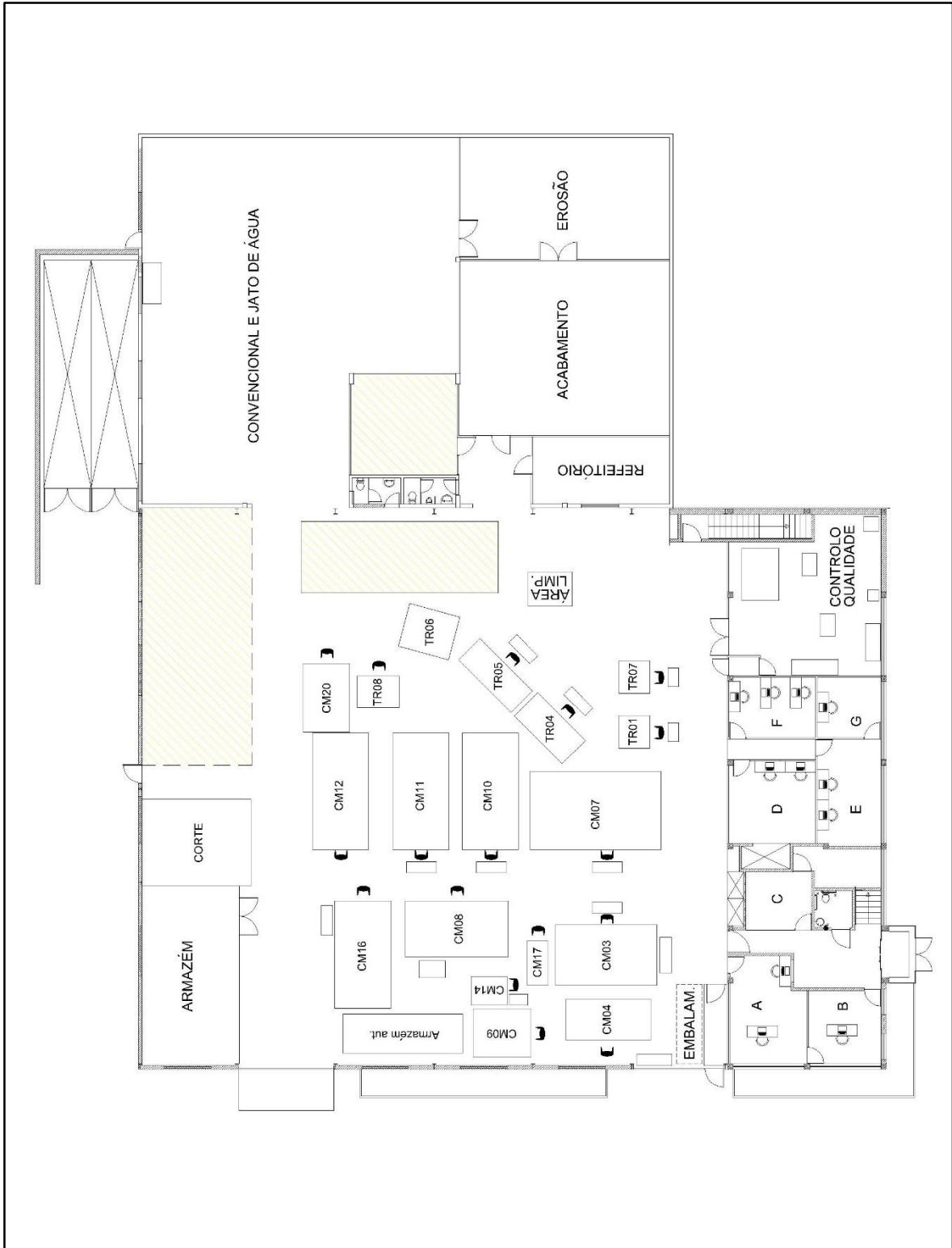


Figura 34: *Layout* inicial da Kristaltek

Além dos problemas colocados pelo *layout* inicial dos centros de produção, foram identificados outros, como por exemplo, inexistência de área de recepção de materiais, área de armazenamento e gestão de resíduos (limalhas, óleos usados, etc.). Tanto os depósitos das limalhas como as MP que entram na fábrica são deixados junto ao armazém, ocupando o espaço livre à frente do portão de descargas. Todas as entradas e saídas destes materiais são realizadas pelo referido portão e normalmente recorre-se ao uso de um empilhador. No entanto, não raras vezes, o espaço em frente ao portão está totalmente ocupado por depósitos de limalha, óleo e matérias-primas, causando problemas à movimentação dos referidos empilhadores.

Outra necessidade é a criação de um espaço destinado à limpeza das peças. Neste espaço devem ser colocados os equipamentos necessários ao processo de limpeza das peças como a mesa de lavagem, a máquina de vibro acabamento, etc. Apesar de serem atividades integrantes do processo de acabamento, devido ao ruído dos equipamentos e à grande dispersão dos equipamentos de limpeza por toda a área fabril, este deverá ser um espaço fechado e externo ao espaço do acabamento. Contudo deverá existir proximidade entre os dois locais, na medida que as peças depois de limpas poderão ser sujeitas a outras operações.

Na elaboração das propostas de alteração da disposição dos equipamentos existem algumas restrições a ter em conta:

- O CM07 está fixo ao chão e a sua movimentação é complicada podendo causar prejuízos caso o processo seja mal realizado.
- Entre as máquinas tem de existir uma distância mínima de 70cm para permitir a passagem dos operadores
- Entre as máquinas e a parede tem de existir espaço suficiente para eventuais trabalhos de manutenção;
- Os corredores principais de passagem devem ter uma largura mínima de 1.20m para permitir a passagem de paletes;
- A sala de preparação das produções deve estar próxima do departamento de desenho;
- Os tornos necessitam de pelo menos 1.5m de espaço à sua esquerda.
- A sala de lavagem de limpeza deve estar próxima do acabamento.
- A área confidencial junto ao setor de torneamento se for movida deve continuar junto da outra área confidencial localizada à direita do setor de corte e a área ocupada não pode ser diminuída.

A tabela seguinte sintetiza os problemas identificados na deposição atual do *layout* e as suas consequências.

Tabela 11: Problemas identificados no Layout e suas consequências

Problemas Identificados	Consequências
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposição inadequada dos equipamentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deslocações longas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corredores mal dimensionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de contacto visual entre os postos de trabalho</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de área de receção de MP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Má imagem</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de área de armazenamento de resíduos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acumulação de resíduos em frente ao portão de cargas e descargas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de área de limpeza de peças</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulação de pessoas e materiais dificultada</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Má gestão do espaço</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalhos de manutenção dificultados</li> </ul>

### 3.4. Propostas de Melhoria

Após análise e descrição do estado inicial dos setores em estudo, são apresentadas de seguida as propostas de melhoria para os problemas identificados. Estas assentam principalmente na implementação de ferramentas *lean* que podem ajudar a eliminar alguns dos problemas e a reduzir outros.

#### 3.4.1 Armazém

Tendo em conta a organização inicial do armazém, a primeira medida pensada foi a aplicação dos 5S pelo que se propôs retirar do armazém a maior parte dos materiais de outros setores, em especial do acabamento e embalagem, de modo a evitar deslocações desnecessárias. A implementação dos 5S será alvo de análise detalhada no ponto 4. Onde se analisa os resultados obtidos.

Decidida a forma de organizar o espaço e o modo de aplicação dos 5S é necessária a criação de registos informáticos e a elaboração das fichas de requisição. A elaboração do inventário pode ser realizada simultaneamente com a implementação dos três primeiros “S”, evitando, assim, voltar a movimentar mais tarde o que já está a ser colocado no seu lugar definitivo e evita a repetição de atividades.

A tabela seguinte apresenta os problemas identificados na situação inicial e as ações de melhoria propostas para a sua resolução.

Tabela 12: Ações de melhoria para os problemas identificados no armazém

Problemas Identificados	Ações de Melhoria
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localizações aleatórias</li> <li>• Existência de sucatas e ferramentas obsoletas no armazém</li> <li>• Espaço insuficiente para tudo o que alberga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5S</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inexistência de planta com localizações definidas</li> <li>• Identificação das estantes degradada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5S</li> <li>• Gestão Visual</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espaço no solo constantemente ocupado</li> <li>• Não existem locais definidos para colocar matérias prontas a entrar em produção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reorganização do <i>Layout</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de inventário de stocks</li> <li>• Inexistência de inventário de MP</li> <li>• Falta de registo de entradas e saídas de ferramentas</li> <li>• Falta de recursos informáticos no local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocação de recurso informático no Armazém</li> <li>• Criação de registos informáticos</li> </ul>

### 3.4.2 Embalamento

Tal como o armazém, o embalamento necessitava de uma reorganização do *layout* e aplicação de 5S.

No embalamento, entre os materiais/artigos existentes no local, encontravam-se muitas peças que deveriam ser embaladas e enviadas para *stock*. Dado que no armazém iríamos aplicar os 5S era essencial que essas peças fossem tidas em conta na organização do *stock*.

Os DP acumulados no local tinham que ser revistos, dando seguimento para a qualidade àqueles cujas produções já estavam concluídas. Optou-se igualmente por definir um local para a colocação dos DP após embalamento e a aguardar encerramento.

Visando a redução das deslocções realizadas pelo operador colocou-se a hipótese de ter no local todos os recursos necessários ao processo de embalagem, como por exemplo, as caixas de cartão. Esta opção implicaria o aumento do espaço disponível e a aquisição de mais estantes para o armazenamento das caixas.

Outra necessidade era a criação de dois locais distintos, um para colocar as peças a aguardar embalagem e outro para as peças prontas para expedição.

Posto isto, as ações necessárias encontram-se descritas na tabela 13:

Tabela 13: Ações de melhoria para os problemas identificados no embalagem

Problemas Identificados	Ações de Melhoria
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de organização do espaço</li> <li>• Acumulação de DP</li> <li>• Falta de instruções de trabalho</li> <li>• Acumulação de peças por embalar</li> <li>• Acaba por funcionar como armazém intermedio de PA</li> <li>• Falhas/Atrasos no processo de embalagem/armazenamento/expedição do cliente 080</li> <li>• OF com campo embalagem/expedição por preencher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5S</li> <li>• Gestão Visual</li> <li>• Nomeação de Responsável pelo setor</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de locais para arrumação de materiais e utensílios do processo de embalagem</li> <li>• Não existe área específica de peças para embalar e peças para expedição</li> <li>• Falta de recursos de etiquetagem no local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reorganização do Layout</li> </ul>

### 3.4.3 Fresagem

Analisando o exposto no ponto 3.3.3, apresentam-se de seguida três propostas para a redução da extensão dos fluxos de troca de ferramentas. As propostas baseiam-se no pressuposto de que a concentração num único local dos equipamentos necessários ao processo resultará na diminuição da extensão dos fluxos.

### 3.4.3.1 Proposta 1

Atendendo às características dos equipamentos, é possível movimentar para o mesmo local e sem quaisquer objeções os equipamentos identificados com o número 1,2 e 6 na figura 35.

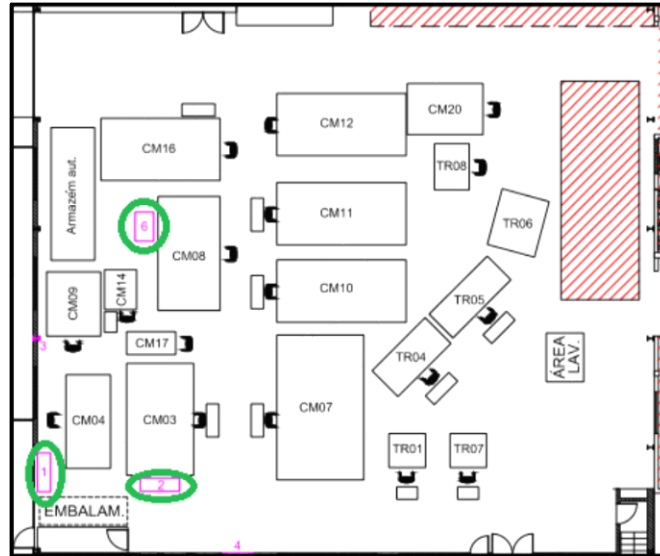


Figura 35: Equipamentos que podem ser movidos

Propôs-se a mudança da dos referidos equipamentos para a localização indicada na figura seguinte:



Figura 36: Localização dos equipamentos na proposta 1



### 3.4.3.2 Proposta 2

No seguimento da proposta 1 surgiu, como hipótese de melhoria do fluxo 3, a possibilidade de desenvolver um componente para a fixação e aperto das ferramentas. O componente em causa, (figura 37), é um adaptador que poderá ser montado no sistema de aperto dos cones SK40 (figura 38) permitindo a fixação e aperto das ferramentas nos cones BT30.

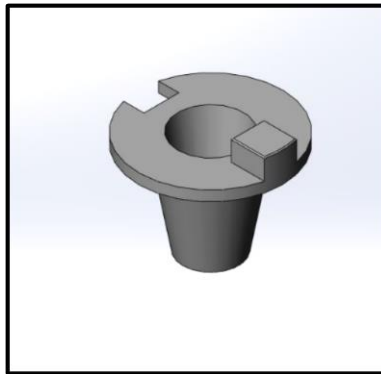


Figura 37: Adaptador para aperto dos cones BT30

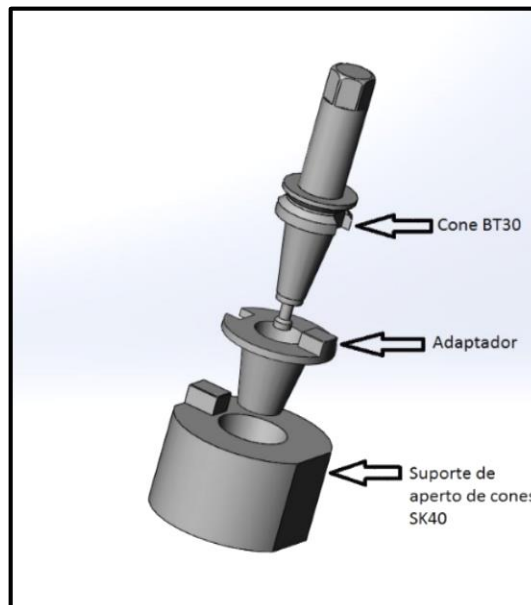


Figura 38: Montagem do adaptador no suporte dos cones SK40

Este componente não foi tido em conta na proposta 1 devido à necessidade de realizar o estudo dimensional, funcional e mecânico. Dado que este estudo implicaria a utilização de recursos humanos afetos ao sector de desenvolvimento e bastante tempo até termos o componente em utilização, optou-se por implementar de imediato a Proposta 1.

### 3.4.3.3 Proposta 3

A proposta 3 caracteriza-se por ser uma proposta de maior abrangência e com custos mais elevados. No entanto os ganhos previstos poderão ser notoriamente superiores aos das propostas 1 e 2. Outro dos benefícios desta proposta poderá ser a proteção dos equipamentos eletrónicos não os sujeitando ao ambiente agressivo do chão de fábrica.

Nesta proposta sugere-se a criação de uma sala de preparação de ferramentas com todos os equipamentos necessários (figura 39).

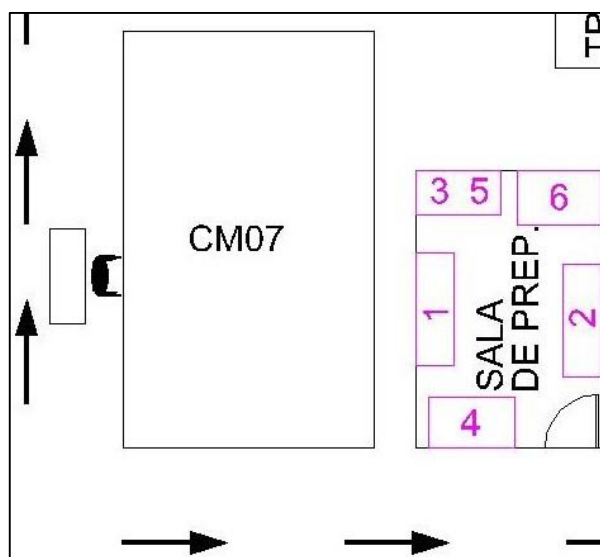


Figura 39: Proposta de sala de preparações

Os ganhos relativos a cada proposta serão devidamente analisados no ponto 4.3.

### 3.4.4 Layout Fabril

Após identificadas as restrições para organizar o Layout fabril, foram elaboradas 3 propostas: As duas primeiras propostas são uma organização dos equipamentos no espaço disponível e a terceira corresponde a uma proposta que necessita de expansão do espaço fabril. As principais alterações encontram-se assinaladas em cada uma com contorno verde.

De notar que, as áreas referentes a cada equipamento nos desenhos dos *Layouts* dizem respeito a área ocupada pela máquina e pelos extratores e depósitos de limalhas.

A Análise de cada uma das propostas é apresentada no ponto 4.4.

## Proposta 1

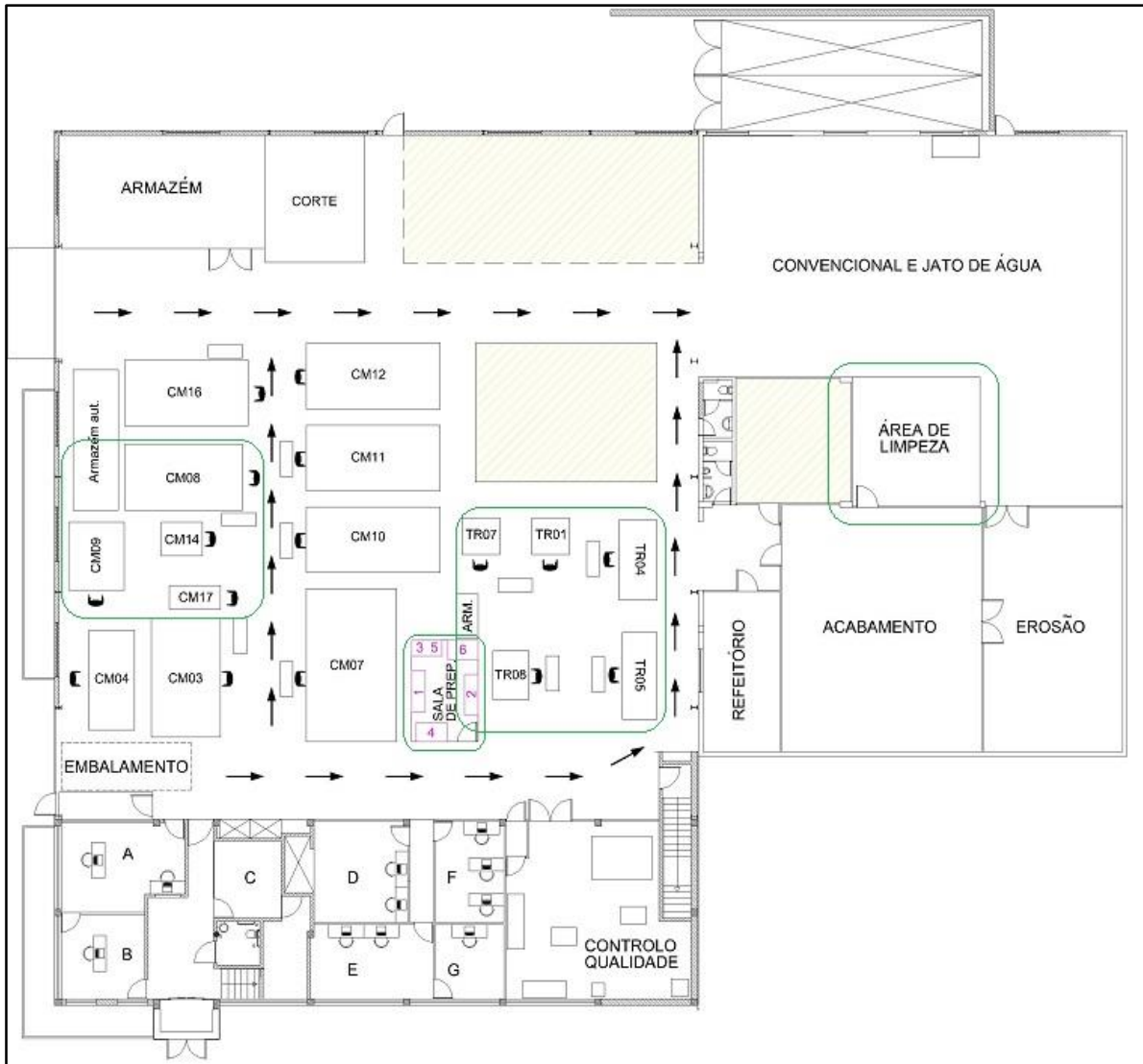


Figura 40: Proposta 1 para o Layout

### Alterações efetuadas:

- Inclusão da sala de preparação de ferramentas e área de limpeza de peças;
- Disposição dos CM09, CM08, CM14 e CM17 e de todos os tornos;
- Inclusão de um armário de ferramentas para os tornos;
- Disposição considerando largura de corredores e distâncias entre equipamentos.

## Proposta 2



Figura 41: Proposta 2 para o Layout

### Alterações efetuadas:

- Inclusão da sala de preparação de ferramentas e área de limpeza de peças;
- Disposição dos CM09, CM08, CM14 e CM17
- Diferença da disposição dos tornos em relação a proposta 1;
- Inclusão de um armário de ferramentas para os tornos;
- Disposição considerando largura de corredores e distâncias entre equipamentos.

### Proposta 3

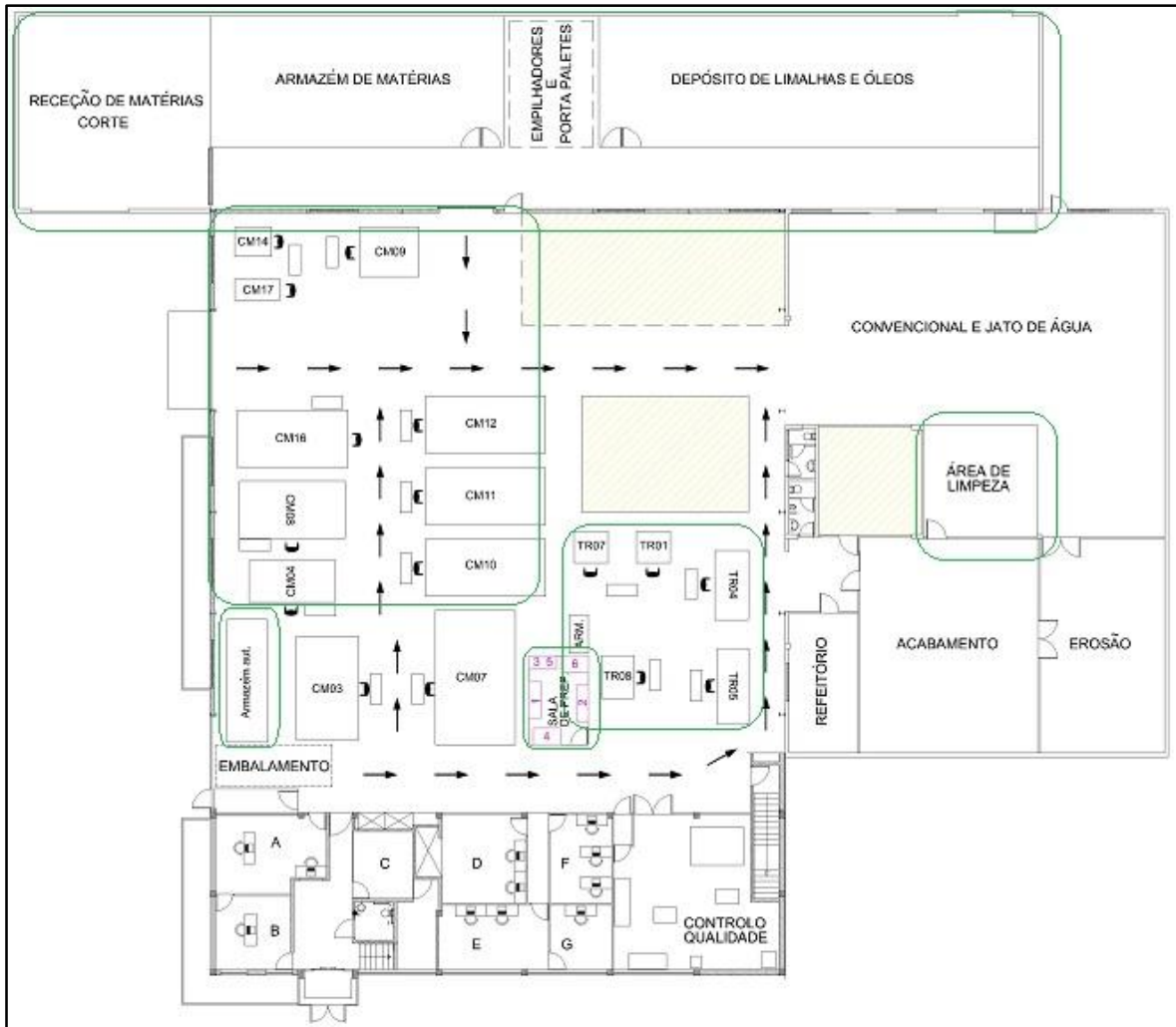


Figura 42: Proposta 3 para o Layout

#### Alterações efetuadas:

- Expansão da fábrica;
- Exteriorização do Armazém e criação de área de receção de MP, e espaço para a gestão dos resíduos;
- Inclusão da sala de preparação de ferramentas e área de limpeza de peças;
- Alteração geral da disposição no setor de fresagem;
- Disposição no setor do torneamento igual à disposição na proposta 1;
- Alteração da localização do armazém automático;
- Disposição considerando largura de corredores e distâncias entre equipamentos.

## **4. Análise de Resultados**

Neste capítulo são analisados os resultados obtidos com as alterações efetuadas e avaliadas as ações de melhoria propostas e não implementadas. São apresentadas imagens dos setores após a intervenção, assim como os ganhos em termos qualitativos e quantitativos sob a forma de tempos e distâncias. Justificam-se opções e são referidos os custos decorrentes do trabalho realizado.

### **4.1 Armazém**

Após a aplicação das metodologias propostas o aspeto final do armazém é o seguinte:



Figura 43: Aspeto do armazém após 5S



Figura 44: Localização criada para o escadote

As marcações do solo foram desenhadas de forma a poderem ser colocadas paletes de matéria-prima na zona central e permitir a movimentação das paletes na zona de chão por baixo da estante identificada com o número 4 na figura 45. Para esse efeito deixou-se um corredor de 1.60m entre a estante 4 e a marcação central. Entre a área central e as estantes identificadas com o número 2 e 3 foi deixado espaço suficiente para livre circulação de pessoas, 80cm aproximadamente.

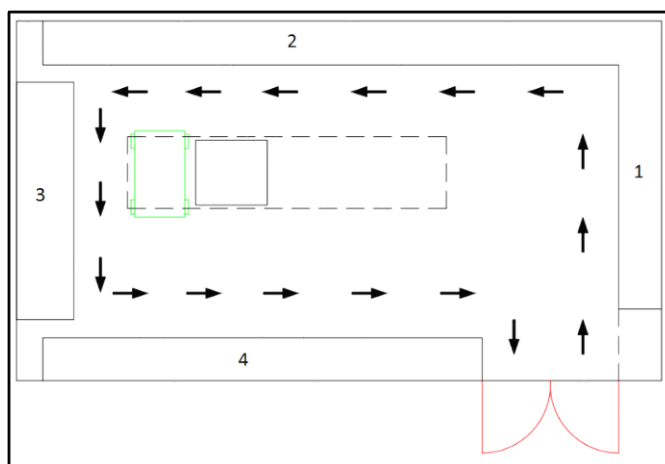


Figura 45: *Layout* do armazém após 5S

#### 4.1.1 O stock do cliente 80

O *stock* do cliente 80 continuou a ser separado por *stock* de cliente e *stock* KTEK (figura 47). Cada tipo de *stock* organizou-se por referência de PA, pois o código interno é um código mais pequeno e familiar aos operadores, constando igualmente na lista de expedição mensal fornecida pelo Departamento de Planeamento.

Tendo em conta que nas etiquetas das caixas a enviar ao cliente a referência interna não pode constar foi criada uma lista auxiliar (figura 48) ordenada por ordem alfabética. Esta lista contém a informação relacional entre as referências internas e de cliente, assim como a localização de cada referência. A lista foi colocada junto das estantes funcionando como auxílio ao processo de entrada e saída de *stock*.



Figura 46: Nova disposição do stock do cliente 80



Figura 47: Stock organizado pelo tipo de stock e por PA



Figura 48: Lista Auxiliar do Cliente 80



Ao ficheiro informático utilizado inicialmente, foi acrescentada a informação da localização (figuras 49 e 50), desta forma ao procurar um artigo facilmente identificamos a localização da referência procurada.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

REFERÊNCIA KTK	REFERÊNCIA	DESIGNAÇÃO	QTD	LOCAL
PA00483.080	01904280025N	BAGUE DE POUSSEE LMI PISTON	5	E.12.4
PA00485.080	06802100011N	AXE DE VIS MULTIPLEX (PREVISÃO) - SEM EFEITO	8	E.12.4
PA00487.080	07205040011N	SUPPORT DE JOINT	1	E.12.4
PA00488.080	2090020016N	CONTRE ECROU		E.12.4
PA00489.080	06802090015N	AXE DE POUSSEE MAT: CK45	11	E.12.4
PA00490.080	02200210025N	VIS DE PURGE	8	E.12.4
PA00491.080	2980034006N	PLAQUE DE APPUI HP	38	E.12.4
PA00492.080	2980012006N	PLAQUE D'APPUI BP HUILE	69	E.12.4

Figura 49: Amostra do ficheiro com a informação do stock do cliente 80 e da sua localização no armazém

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

REFERÊNCIA KTK	REFERÊNCIA	DESIGNAÇÃO	QTD	LOCAL
PA00483.080	01904280025N	BAGUE DE POUSSEE LMI PISTON	7	E.10.2
PA00485.080	06802100011N	AXE DE VIS MULTIPLEX (PREVISÃO) - SEM EFEITO	12	E.10.2
PA00487.080	07205040011N	SUPPORT DE JOINT	431	E.10.2
PA00488.080	2090020016N	CONTRE ECROU		E.10.2
PA00489.080	06802090015N	AXE DE POUSSEE MAT: CK45	17	E.10.2
PA00490.080	02200210025N	VIS DE PURGE	6	E.10.2

Figura 50: Amostra do ficheiro com a informação do stock KTEK do cliente 80 e da sua localização dentro do armazém

Repetiu-se o teste realizado no ponto 3.3.1 de forma a testar a eficiência da nova organização do *stock* e o resultado obtido foi o seguinte:

Tabela 14: Tempo de procura no armazém de doze referencias do cliente 80 após 5S

ARTIGO	TEMPO(MIN)	TEMPO APOS 5S
PA00487.080	00:02:12	00:00:29
PA00489.080	00:04:03	00:00:24
PA00490.080	00:02:10	00:00:10
PA01093.080	00:01:28	00:00:22
PA01099.080	00:03:44	00:00:18
PA01122.080	00:02:38	00:00:25
PA01134.080	00:02:22	00:00:14
PA01158.080	00:00:57	00:00:10
PA01165.080	00:00:54	00:00:22
PA01184.080	00:01:34	00:00:17
PA01195.080	00:01:42	00:00:13
PA01206.080	00:03:27	00:00:07
PA01217.080	00:02:39	00:00:13
<b>TEMPO TOTAL</b>	<b>00:29:50</b>	<b>00:03:44</b>
<b>TEMPO MÉDIO</b>	<b>00:02:18</b>	<b>00:00:17</b>

<b>Melhoria</b>	<b>87,49%</b>
-----------------	---------------

Analisando a tabela, conclui-se que o tempo de procura diminuiu drasticamente, conseguindo-se uma redução de 26 minutos e 6 segundos no tempo necessário para encontrar as doze referências. Esta redução corresponde a uma melhoria de 87.49%.

#### 4.1.2 Organização dos gabaritos

Constatou-se que dos 276 gabaritos contados inicialmente, 141 eram obsoletos. Isto significa que 51% deles estavam a ocupar espaço desnecessariamente e a dificultar a procura dos outros.

Em relação à sua organização foram discutidas duas possibilidades: organizar por cliente ou por número de caixa. A segunda opção provou ser a mais eficaz. Ao serem organizados por clientes teríamos que definir um número fixo de caixas para cada cliente de acordo com a quantidade existente e atribuídas localizações. O principal objetivo desta alternativa era ter todos os gabaritos de um dado cliente juntos.

Esta opção revelou-se inadequada dado que a introdução de novos gabaritos obrigava a novas caixas e conseqüentemente à mudança das localizações dos clientes, obrigando a nova movimentação de todas as caixas de forma a manter os gabaritos de cada cliente todos juntos.

Na segunda hipótese este problema não se coloca. Os gabaritos novos terão uma nova localização, não interferindo com as existentes. Caso um gabarito se torne obsoleto e seja removido da caixa é colocada uma nota no ficheiro informático (figura 52) a indicar que existe um espaço livre nessa caixa, que poderá ser ocupado pela introdução futura de um novo gabarito. Esta segunda opção é, portanto, um sistema mais flexível. A imagem seguinte mostra a nova organização dos gabaritos.



Figura 51: Nova organização dos Gabaritos

M85									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
			<b>LISTA DE GABARITOS</b>						
			E.1.3 (CINZENTO)						
		<b>CAIXA A</b>							
			E.1.4 (ROSA)						
		<b>CAIXA A</b>							

Figura 52: Amostra da Lista de Gabaritos

Uma das características levadas em conta nesta nova disposição foi o peso de cada caixa. Este fator foi considerado pelo facto de cada caixa ter um limite máximo de carga e igualmente pela facilidade de movimentação. Os gabaritos foram organizados e pesados, para que o peso médio de

uma caixa se situasse nos treze quilos, nunca excedendo um peso máximo de quinze quilos. As caixas mais pequenas foram calibradas para um máximo de 10 quilogramas.

No exterior da caixa colocou-se uma etiqueta com a letra de identificação da caixa (figura 53). Esta letra é sequencial e as caixas são colocadas por ordem alfabética nas prateleiras. A etiqueta possui uma cor que é comum a todas as etiquetas das caixas da mesma prateleira, ou seja, cada prateleira tem a sua própria cor. A utilização de cores facilita a identificação de possíveis trocas de caixas entre prateleiras e a letra da caixa confirma a correta posição na prateleira.



Figura 53: Caixas ordenadas de acordo com a ordem sequencial da letra de identificação e cor da prateleira.

Acrescentou-se, igualmente, uma etiqueta na embalagem do gabarito com a identificação da letra da caixa na qual esta armazenado (figura 54). Esta dupla etiquetagem facilita a deteção de erros na arrumação, facilitando também o seu processo deixando de ser necessária a consulta da localização para efetuar a arrumação.



Figura 54: Identificação das caixas dos gabaritos com a respetiva caixa de armazenamento

Na melhoria do funcionamento do armazém foram realizados poucos investimentos financeiros. Foi necessário um investimento de 150,2 euros na compra de 22 caixas (12 caixas de 30L e 10 caixas de 10L) para armazenar os gabaritos (figura 55). O computador instalado para controlo de entradas e saídas foi reutilizado. Este computador já existia na empresa e estava inoperacional pelo que contabiliza-se unicamente o custo de instalação. As restantes implementações foram realizadas com recursos existentes na empresa.

**CAIXA**  
**CAIXA DE BICO EM PLÁSTICO**

A partir de **€ 0,93**  
A025777

**Caixa de bico Manugreen - Comprimento 165 a 490 mm - 1 a 30 L**

- Caixa de bico Manugreen empilhável e sobreponível com caixas de capacidade idêntica.
- Fundo com nervuras para adaptação aos transportadores de rolos.
- Grande robustez graças aos seus reforços laterais.
- Resistente aos choques e a outras deformações mecânicas.
- Fixação fácil aos painéis através de patilha na parte traseira.

▲ Considere encomendar etiquetas e divisórias (de 1 a 3 para as caixas 10 a 30 L).

Caixa: Verde - Material: Poliestireno - Modelo: Caixa de bico Manugreen

**Desconto por quantidade**

À unidade	1 - 19	20 - 59	60 +
		-9%	-15%

Capacidade	Comprimento total	Largura total	Altura total	Etiqueta compatível	A025777	€ 0,93	€ 0,85	€ 0,79
1 L	165 mm	103 mm	75 mm	Etik 2	A025777	€ 2,22	€ 2,02	€ 1,89
3,5 L	240 mm	145 mm	128 mm	Etik 3	A025778	€ 4,70	€ 4,28	€ 4,00
10 L	353 mm	205 mm	165 mm	Etik 4	A025779	€ 8,60	€ 7,83	€ 7,31
30 L	490 mm	300 mm	190 mm	Etik 5	A025780			

🚚 Entrega em 3 dias



Figura 55: Caixas adquiridas para armazenamento dos gabaritos (Fonte: Catálogo Manutan 2015)

## 4.2 Embalamento

O primeiro passo consistiu na nomeação de um responsável para o setor. A administração reconhecia que o sector necessitava de uma pessoa responsável pelo mesmo. No entanto, não se justificava uma pessoa a tempo inteiro para o efeito e como tal adaptou-se um colaborador do setor do acabamento ficando responsável pelo embalamento.

Concluída a aplicação dos 5S e da reorganização do espaço, apresenta-se de seguida as imagens com o resultado obtido e a imagem do estado inicial como objeto de comparação:



Figura 56: Estado inicial do embalamento

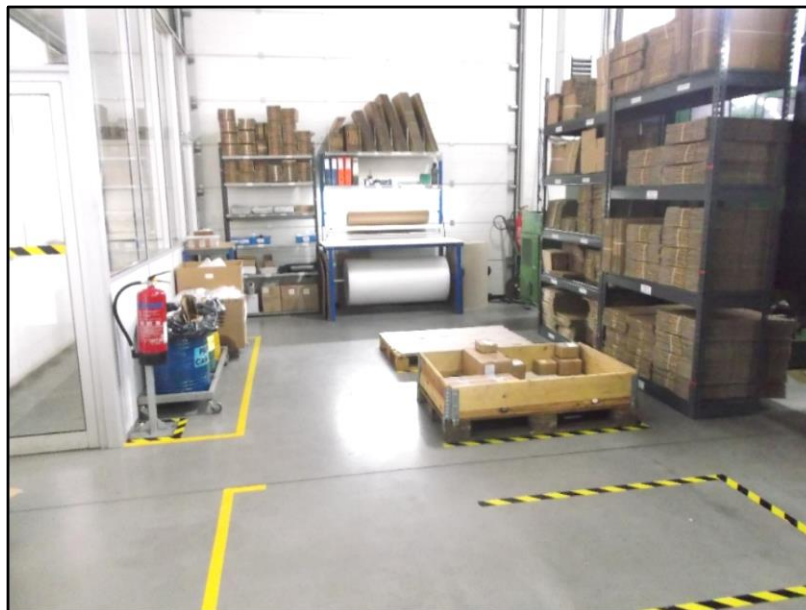


Figura 57: Estado atual do setor de embalamento

Houve uma mudança evidente na disposição da mesa de embalamento e estantes no *layout do sector*. A mesa com ferramentas dos centros de fresagem e a Zoller foram movidas para outro local da produção (local pode ser consultado no ponto 4.3).

Colocou-se uma estante maior ao lado esquerdo da mesa, para que pudessem ser colocados os DP, a balança de precisão, os rolos de fita-cola e filme, e ainda algumas das caixas (figura 58). Desta forma evitam-se várias deslocações ao armazém para obter estes recursos.



Figura 58: Estante de apoio ao embalamento

Os DP foram separados por clientes existindo agora quatro separadores para a sua arrumação:

- Um para o cliente 80, pois a expedição realizada é mensal e é necessário retirar documentos presentes no DP para acompanhar as peças embaladas.
- Uma divisão para o cliente 3, por serem expedições volumosas e as peças de uma determinada produção chegam em parciais ao embalamento e por, por vezes e mesmo necessário fazer entregas parciais ao cliente.
- Um separador para o cliente 79, que se justifica pelo facto das peças necessitarem de um tratamento superficial realizado numa entidade subcontratada. Sendo uma operação externalizada é necessário que os respetivos DP permaneçam no embalamento desde que são embaladas e expedidas para tratamento até a sua receção.
- Um separador para os restantes clientes.

Depois de embaladas as peças de uma dada produção e no caso de não ser um parcial, o DP é colocado no respetivo separador. O operário definido para o embalamento tem a responsabilidade de verificar regularmente os DP dos separadores e encaminhar para a qualidade aqueles cuja produção está concluída.

Acrescentaram-se no local duas estantes de maior dimensão onde se colocaram as caixas de cartão separadas por tamanhos e devidamente identificadas (figura 59 e 60). Esta alteração permitiu reduzir a distância que o operador fazia várias vezes para adquirir caixas, como podemos observar pela tabela 15 (ida e volta). Além disso, elimina o seu armazenamento no armazém poupando espaço e evitando movimentações e transportes. Em cada estante está identificado o ponto mínimo de reaprovisionamento (figura 61). O operador fica responsável por controlar o *stock* dos materiais necessários ao embalamento.



Figura 59: Estantes com caixas de cartão



Figura 60: Identificação das dimensões das caixas





Figura 61: Marca de reposição do stock das caixas

Tabela 15: Distâncias percorridas pelo operador para obter recursos (ida e volta)

	Distancia Inicial (m)	Distancias Atuais (m)	Melhoria
Caixas	63,4	0	100%
Etiquetas	34,6	12,4	64%

O ponto da reciclagem passou para o local anteriormente ocupado pela mesa do embalamento e incluíram-se mais dois depósitos para fazer a reutilização de plásticos: Um para plástico bolha contaminado com óleo de proteção, que pode voltar a ser utilizado nas caixas que armazenam as peças durante a produção e outro para o plástico bolha limpo, que pode ser reutilizado no embalamento de peças. Desta forma, e pensando nos impactes ambientais, é realizada uma melhor gestão destes resíduos.

Decidiu-se que as caixas onde são transportadas as peças para o embalamento devem ser, após embalamento das peças, reencaminhadas para o sector de acabamento, onde poderão ser reutilizadas para novas peças em produção.

As peças a aguardar embalamento tem agora um local específico devidamente identificado. As paletes com as peças prontas para expedição ficam a aguardar em zona devidamente marcada no solo. Foram marcadas três áreas para euro paletes e nesta marcação foi tida em conta a distância de 70cm ao seu redor. O objetivo desta marcação é poder circular sem problemas entre elas e poderem ser preparadas para expedição sem serem retiradas do local marcado.

Optou-se igualmente por efetuar uma marcação para o cliente 080, pois como é uma expedição mensal e muitas das peças são produzidas no próprio mês não há a necessidade de fazer armazenamento temporário no armazém. Assim, para o armazém só vão as peças que não tem pedido para expedição. Desta forma estamos a eliminar movimentações e transporte.

Efetuu-se, também, marcação específica para o cliente 003 por serem expedições de grande volume e uma terceira marcação para as peças dos restantes clientes. Estas posições não são fixas, num determinado mês o cliente 080 pode estar numa posição e no mês seguinte em outra.

A localização da impressora de etiquetas é mais vantajosa perto do embalamento pois é mais utilizada por este sector evitando-se assim deslocações longas por parte do operador do embalamento. Obtém-se também outras vantagens como a redução de deslocações ao gabinete do planeamento de pessoas de outros setores interferindo no normal funcionamento desse.

A distância à impressora passou a ser partilhada pelo planeamento e pelo embalamento. Apesar da distância do planeamento à impressora ter passado de zero metros a 22,4m (confirmação do valor pode ser obtida através da consulta da tabela 15), os ganhos obtidos para o embalamento consideram-se superiores às perdas para o planeamento, os quais justificam a mudança.

Para finalizar, não foram contabilizados investimentos financeiros nas alterações no embalamento. As novas estantes eram estantes já existentes na organização que não estavam a ser utilizadas.

### 4.3 Fresagem

Cada uma das propostas apresentadas no ponto 3.4.3 foi avaliada pelo mesmo método usado na avaliação da situação inicial. Os resultados obtidos para a dimensão da extensão dos fluxos são apresentados de seguida e são alvo de crítica.

#### 4.3.1 Proposta 1

##### 4.3.1.1 Setup inicial da máquina

Tabela 16: Extensões dos fluxos no *setup* inicial da máquina com a implementação da proposta 1

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4	TOTAL(m)	MELHORIA
CM04	0	0	174	85,2	259,2	-3,27%
CM03	99,5	70,7	0	0	170,2	1,73%
CM17	0	0	162,1	73,3	235,4	2,32%
CM09	0	0	173	84,2	257,2	2,13%
CM14	108,3	79,5	0	0	187,8	3,10%
CM08	98,1	69,3	0	0	167,4	3,79%
CM16	98	69,2	0	0	167,2	4,35%
CM07	98,5	69,7	0	0	168,2	5,40%
CM10	99	70,2	0	0	169,2	6,98%
CM11	98,6	69,8	0	0	168,4	3,88%
CM12	99,1	70,3	0	0	169,4	3,31%

Tabela 17: Diferença em relação aos fluxos iniciais no *setup* inicial da máquina com a implementação da proposta 1

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4
CM04	0	0	23	-14,8
CM03	17,4	-20,4	0	0
CM17	0	0	16,1	-21,7
CM09	0	0	16,1	-21,7
CM14	15,9	-21,9	0	0
CM08	15,6	-22,2	0	0
CM16	15,1	-22,7	0	0
CM07	14,1	-23,7	0	0
CM10	15,6	-28,3	0	0
CM11	15,5	-22,3	0	0
CM12	16	-21,8	0	0

Através da tabela 17 verificamos que só os fluxos 2 e 4 beneficiam desta mudança. Os fluxos 1 e 3 sofreram um aumento de extensão.

No Fluxo 1 observa-se um aumento da extensão para todos os centros de fresagem. Na origem deste aumento está o afastamento da mesa de ferramentas (1) e da Zoller (2), que inicialmente estavam mais próximos do suporte de aperto dos cones (3). Apesar de a distância do armazém automático de ferramentas (4) à mesa de ferramentas ser ligeiramente menor (de 9,6m para 5,6m), o aumento de distância em relação ao suporte fez com que a extensão deste fluxo aumentasse.

A extensão do Fluxo 2 e do Fluxo 4 (fluxos iguais) diminuiu para todos os postos de trabalho. Esta alteração aproximou a máquina de indução térmica (6) do armazém automático de ferramentas (4) e da Zoller (2) diminuindo a extensão do fluxo.

O Fluxo 3 aumentou, tal como o Fluxo 1, devido ao afastamento entre a mesa de ferramentas (1) e a Zoller (2) e o suporte de aperto (3).

A totalidade das extensões dos fluxos para cada centro de fresagem diminuiu com exceção do CM04 (tabela 16). Analisando a tabela 17 observa-se que para os restantes centros de fresagem os ganhos obtidos foram superiores às perdas, conseguindo-se as melhorias registadas na tabela 16 em relação à situação inicial.

### 4.3.1.2 Desgaste ou quebra durante a produção

Tabela 18: Extensão dos fluxos em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 1

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4	TOTAL(m)	MELHORIA
CM04	0	0	121,2	41,5	162,7	0,91%
CM03	47,3	27,6	0	0	74,9	14,50%
CM17	0	0	117,6	37,9	155,5	8,96%
CM09	0	0	129,9	50,2	180,1	7,83%
CM14	66,2	46,5	0	0	112,7	12,23%
CM08	62,2	42,5	0	0	104,7	13,47%
CM16	72,7	53	0	0	125,7	12,10%
CM07	46,2	26,5	0	0	72,7	20,98%
CM10	58,8	39,1	0	0	97,9	14,27%
CM11	67,1	47,4	0	0	114,5	12,60%
CM12	76	56,3	0	0	132,3	10,49%

Tabela 19: Diferença em relação aos fluxos iniciais em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 1

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4
CM04	0	0	13,3	-14,8
CM03	7,7	-20,4	0	0
CM17	0	0	6,4	-21,7
CM09	0	0	6,4	-21,7
CM14	6,2	-21,9	0	0
CM08	5,9	-22,2	0	0
CM16	5,4	-22,7	0	0
CM07	4,4	-23,7	0	0
CM10	5,9	-22,2	0	0
CM11	5,8	-22,3	0	0
CM12	6,3	-21,8	0	0

Tal como observado na situação anterior “*setup* inicial da máquina” só os fluxos 2 e 4 beneficiam desta alteração. Os fluxos 1 e 3 também aumentaram.

O aumento do fluxo 1 e 3 deve-se ao afastamento entre a Zoller (2) e o suporte de aperto (3) e ainda em alguns casos ao aumento da distância entre a Zoller e o centro de fresagem (CM).

Os fluxos 2 e 4 diminuem pelas mesmas razões anteriormente referidas na situação anterior.

Através da tabela 19 verificamos que, neste caso, para cada posto de trabalho os ganhos são superiores às perdas, resultando na diminuição da totalidade da extensão dos fluxos. As melhorias em relação a situação inicial são as observadas na tabela 18.

### 4.3.2 Proposta 2

De acordo com o descrito no ponto 3.4.3, esta proposta 2, é uma proposta direcionada para a melhoria do Fluxo 3. Como tal, todos os outros fluxos não sofrem alteração nesta análise.

Relembrando o que foi apresentado, esta proposta assenta na conceção de um adaptador para o suporte de aperto dos cones SK40 (3). Isto permitiria eliminar o uso do torno de bancada manual (5) para o aperto dos cones BT30 igualando o fluxo 3 ao fluxo 1.

A implementação desta proposta tem outras vantagens para além da redução da extensão do fluxo. Os cones se não forem devidamente apertados no torno de bancada manual, a sua fixação fica comprometida podendo originar a sua queda e como consequência a ferramenta e o cone podem danificar-se. Este adaptador permite que os cones sejam fixados com segurança no suporte dos cones SK40 evitando problemas no processo de aperto das ferramentas.

#### 4.3.2.1 Setup inicial da máquina

Tabela 20: Extensões dos fluxos no *setup* inicial da máquina com a implementação da proposta 2

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4	TOTAL	MELHORIA
CM04	0	0	114	85,2	199,2	20,64%
CM03	99,5	70,7	0	0	170,2	1,73%
CM17	0	0	102,1	73,3	175,4	27,22%
CM09	0	0	113	84,2	197,2	24,96%
CM14	108,3	79,5	0	0	187,8	3,10%
CM08	98,1	69,3	0	0	167,4	3,79%
CM16	98	69,2	0	0	167,2	4,35%
CM07	98,5	69,7	0	0	168,2	5,40%
CM10	99	70,2	0	0	169,2	6,98%
CM11	98,6	69,8	0	0	168,4	3,88%
CM12	99,1	70,3	0	0	169,4	3,31%

Tabela 21: Diferença em relação aos fluxos iniciais no *setup* inicial da máquina com a implementação da proposta 2

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4
CM04	0	0	-37	0
CM03	0	0	0	0
CM17	0	0	-43,9	0
CM09	0	0	-43,9	0
CM14	0	0	0	0
CM08	0	0	0	0
CM16	0	0	0	0
CM07	0	0	0	0
CM10	0	0	0	0
CM11	0	0	0	0
CM12	0	0	0	0

Através da análise da tabela 21 confirma-se que a referida proposta diminui a extensão do fluxo, pois a deslocação ao torno de bancada manual deixa de existir. Em relação a situação inicial conseguem-se as melhorias apresentadas na tabela 20 para a totalidade da extensão dos fluxos.

#### 4.3.2.2 Desgaste ou quebra durante a produção

Tabela 22: Extensões dos fluxos em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 2

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4	TOTAL(m)	MELHORIA
CM04	0	0	61,2	41,5	102,7	37,45%
CM03	47,3	27,6	0	0	74,9	14,50%
CM17	0	0	57,6	37,9	95,5	44,09%
CM09	0	0	69,9	50,2	120,1	38,54%
CM14	66,2	46,5	0	0	112,7	12,23%
CM08	62,2	42,5	0	0	104,7	13,47%
CM16	72,7	53	0	0	125,7	12,10%
CM07	46,2	26,5	0	0	72,7	20,98%
CM10	58,8	39,1	0	0	97,9	14,27%
CM11	67,1	47,4	0	0	114,5	12,60%
CM12	76	56,3	0	0	132,3	10,49%

Tabela 23: Diferença em relação aos fluxos iniciais em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 2

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4
CM04	0	0	-46,7	0
CM03	0	0	0	0
CM17	0	0	-53,6	0
CM09	0	0	-53,6	0
CM14	0	0	0	0
CM08	0	0	0	0
CM16	0	0	0	0
CM07	0	0	0	0
CM10	0	0	0	0
CM11	0	0	0	0
CM12	0	0	0	0

A redução efetuada ao fluxo é a mesma, em ambos os casos deixa de existir a distância ao torno de bancada manual.

Esta redução tem uma percentagem de melhoria superior na totalidade das extensões em relação a situação do *setup* inicial da máquina porque, como neste caso, a totalidade da extensão dos fluxos é inferior a redução tem um peso mais significativo.

### 4.3.3 Proposta 3

No cálculo da extensão dos fluxos para esta proposta considerou-se como localização da referida sala de preparação de ferramentas a localização definida nas propostas elaboradas para o *Layout Fabril* no ponto 3.4.4..

A criação desta sala de preparação de ferramentas origina um fluxo comum para todas as trocas e montagens de ferramentas. A distância percorrida em todas as situações possíveis e a distância do posto de trabalho até à sala de preparação e a distância de regressar ao posto de trabalho.

### 4.3.3.1 Setup inicial da máquina

Tabela 24: Extensões dos fluxos no *setup* inicial da máquina com a implementação da proposta 3

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4	TOTAL(m)	MELHORIA
CM04	0	0	45,4	45,4	90,8	63,82%
CM03	30,4	30,4	0	0	60,8	64,90%
CM17	0	0	37,6	37,6	75,2	68,80%
CM09	0	0	55	55	110	58,14%
CM14	45	45	0	0	90	53,56%
CM08	48,4	48,4	0	0	96,8	44,37%
CM16	54	54	0	0	108	38,22%
CM07	25,8	25,8	0	0	51,6	70,98%
CM10	40,8	40,8	0	0	81,6	55,14%
CM11	49	49	0	0	98	44,06%
CM12	54,8	54,8	0	0	109,6	37,44%

Tabela 25: Diferença em relação aos fluxos iniciais no *setup* inicial da máquina com a implementação da proposta 3

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4
CM04	0	0	-105,6	-54,6
CM03	-51,7	-60,7	0	0
CM17	0	0	-108,4	-57,4
CM09	0	0	-101,9	-50,9
CM14	-47,4	-56,4	0	0
CM08	-34,1	-43,1	0	0
CM16	-28,9	-37,9	0	0
CM07	-58,6	-67,6	0	0
CM10	-42,6	-57,7	0	0
CM11	-34,1	-43,1	0	0
CM12	-28,3	-37,3	0	0

De acordo com a informação contida nas tabelas, com esta implementação prevê-se a redução de todos os fluxos e conseqüente melhoria significativa da totalidade da extensão dos fluxos para todos os postos de trabalho.



### 4.3.3.2 Desgaste ou quebra durante a produção

Tabela 26: Extensões dos fluxos em relação a situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 3

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4	TOTAL(m)	MELHORIA
CM04	0	0	45,4	45,4	90,8	44,70%
CM03	30,4	30,4	0	0	60,8	30,59%
CM17	0	0	37,6	37,6	75,2	55,97%
CM09	0	0	55	55	110	43,71%
CM14	45	45	0	0	90	29,91%
CM08	48,4	48,4	0	0	96,8	20,00%
CM16	54	54	0	0	108	24,48%
CM07	25,8	25,8	0	0	51,6	43,91%
CM10	40,8	40,8	0	0	81,6	28,55%
CM11	49	49	0	0	98	25,19%
CM12	54,8	54,8	0	0	109,6	25,85%

Tabela 27: Diferença em relação aos fluxos iniciais em situação de desgaste ou quebra com a implementação da proposta 3

	Fluxo 1	FLUXO 2	FLUXO 3	FLUXO 4
CM04	0	0	-62,5	-10,9
CM03	-9,2	-17,6	0	0
CM17	0	0	-73,6	-22
CM09	0	0	-68,5	-16,9
CM14	-15	-23,4	0	0
CM08	-7,9	-16,3	0	0
CM16	-13,3	-21,7	0	0
CM07	-16	-24,4	0	0
CM10	-12,1	-20,5	0	0
CM11	-12,3	-20,7	0	0
CM12	-14,9	-23,3	0	0

Tal como na situação anterior “*setup* inicial da máquina” todos os fluxos beneficiam da criação deste espaço.

Apesar de não avaliado o investimento financeiro que seria necessário à implementação desta proposta, prevê-se que este seja elevado. Sendo assim, esta proposta deverá ser alvo de uma cuidada avaliação e planeamento de implementação.

## **4.4 Layout Fabril**

Em todas as propostas apresentadas procedeu-se à remoção dos equipamentos CM20 e TR06 por se encontrarem obsoletos. De igual modo, inclui-se em todas as propostas a sala de preparação das ferramentas e um espaço destinado a limpeza das peças.

A sala de preparação de ferramentas, devido à necessidade de proximidade com o departamento de desenho, foi colocada à direita do equipamento CM07.

A área de limpeza de peças como deve estar próxima do setor de acabamento e ser um espaço isolado, optou-se pela criação desse espaço no setor da oficina convencional e com uma passagem direta deste espaço do acabamento.

As restantes alterações encontra-se descritas, de seguida, de acordo com cada uma das propostas.

### **4.4.1 Proposta 1**

Na proposta 1 é apresentada uma alternativa à disposição dos CM08, CM14 e CM17. A rotação de 90° no sentido anti-horário do CM08 permite o aproveitamento do espaço livre que existe entre ele e o armazém automático. Esta alteração permite a movimentação do CM14 e consequente aumento das distâncias entre os CM08, CM09, CM14 e CM17. Desta forma a circulação entre elas torna-se mais eficiente.

O corredor principal que atravessa o setor dispõe da largura mínima referida nas restrições do ponto 3.3.4.

No setor de torneamento observa-se uma mudança significativa da disposição dos equipamentos. Os tornos foram agrupados em forma de "U" de acordo com as distâncias mínimas exigidas à sua esquerda. Com esta disposição passa a existir contacto visual entre os postos de trabalho tornando mais eficiente a organização e fluxo do trabalho.

Devido a esta nova disposição do setor e à alteração efetuada na área confidencial, o corredor principal passa agora junto WC e foi desenhado considerando a largura mínima para a circulação de paletes.

#### 4.4.2 Proposta 2

A única diferença em relação a proposta 1 e a disposição no setor de torneamento. Nesta proposta os equipamentos estão dispostos em duas filas e continua a haver contacto visual entre os postos de trabalho.

Esta disposição tem a desvantagem de o armário incluído no setor estar mais afastado de alguns dos postos de trabalho.

#### 4.4.3 Proposta 3

Nesta proposta, como referido anteriormente, coloca-se a hipótese de expansão do espaço fabril. Propõe-se a criação de uma nova área anexa à área de produção com ligação interior entre as duas.

Nesta nova área uma das zonas é destinada à receção da MP e setor de corte. Este espaço possui um portão exterior para a entrada das referidas matérias, evitando-se, desta forma, as constantes aberturas do atual portão de cargas e descargas.

O armazém é transferido para este novo espaço e passa a ser unicamente para o armazenamento de MP. Todas as ferramentas são armazenadas na nova sala de preparação.

O local para o depósito dos resíduos fica definido nesta nova área e colocou-se um portão de acesso ao exterior para permitir as saídas desses resíduos. Desta forma, a saída é feita diretamente por este novo portão e não pela área de receção, evitando-se circular novamente pela nova área com os resíduos.

Na proposta consta de igual modo um espaço para a arrumação dos empilhadores e porta paletes que atualmente é feita em frente ao portão de cargas e descargas.

No desenho dos portões e corredores de circulação de acesso a estes novos espaços foram consideradas as dimensões dos empilhadores para que estes circulem sem problemas.

Na área que é atualmente ocupada pelo armazém colocaram-se os CM09, CM17 e CM14 existindo ainda espaço disponível para possível ocupação futura. Optou-se por estes CM visto que são equipamentos dedicados a produções mais longas não existindo por isso grandes necessidades de *setup*. O CM04 e o CM08 foram alinhados pela posição do CM16.

O armazém automático passa para a posição anterior do CM04 para estar mais próximo do embalamento com o propósito de quando estiver funcional servir para armazenar os *stocks* de PA.

Em todas as distâncias entre equipamentos e entre equipamentos e parede foram tidas em conta as restrições presentes no ponto 3.3.4.



## **5. Conclusões**

### **5.1 Reflexão Sobre o Trabalho Realizado**

Após uma análise ao trabalho realizado durante o período de estágio considera-se que os principais objetivos propostos foram cumpridos.

Foram identificados os problemas existentes nos setores propostos, apresentadas possíveis ações de melhoria e houve possibilidade de por em prática várias delas. No entanto, o tempo de estágio revelou-se insuficiente para todo o trabalho que seria necessário realizar. Em alguns casos, a par do tempo reduzido seria necessário investimentos financeiros e outros recursos de que a empresa não dispunha.

A aplicação dos 5S no armazém foi realizada com sucesso e permitiu a melhoria geral do espaço. Esta implementação melhorou consideravelmente o problema do *stock* do cliente 080 reduzindo em 87,49% o tempo médio para encontrar um artigo em *stock*. A organização dos gabaritos também beneficiou bastante desta metodologia. No final do processo, das 69 localizações contaram-se 7 localizações livres provando que o problema identificado inicialmente “Espaço é insuficiente para tudo o que alberga” não existe.

Tal como no armazém, os 5S foram aplicados com êxito no setor de embalagem. A organização do espaço melhorou e foram conseguidas melhorias em todos os aspetos. A inclusão no espaço do embalagem dos recursos necessários (caixas de cartão, fita colas, recursos de etiquetagem, etc.) revelou-se acertada, diminuindo as deslocações realizadas pelo operador. Beneficia-se ainda de não existência de armazenamento intermédio de alguns dos recursos, eliminando o transporte e movimentações associadas.

No setor de fresagem não se conseguiram implementar todas as propostas. Só a proposta 1 do estudo realizado sobre o processo de troca e montagem de ferramentas foi implementada e, segundo os dados da avaliação efetuada, os resultados foram positivos. A análise efetuada às 3 propostas confirma a veracidade do pressuposto colocado no ponto 3.4.3: a concentração num único local dos equipamentos necessários ao processo resultará na diminuição da extensão dos fluxos.

No que diz respeito aos problemas identificados no *layout* geral, as propostas 1 e 2 apresentadas são uma alternativa que pode atenuar alguns dos problemas no cenário atual. Nestas propostas a área de receção de MP e a área para gestão dos resíduos continuam sem solução. Se o crescimento da empresa continuar ao ritmo dos anos anteriores deve ser considerada a expansão do espaço como o apresentado na proposta 3.

Em suma, a aplicação das metodologias *lean* utilizadas no projeto já possibilitaram à Kristaltek obter grandes melhorias em termos de organização. Os problemas que foram identificados

e que não foram tratados durante o estágio tem solução proposta ou deverão ser estudados mais aprofundadamente. Este projeto pode servir de base para trabalho futuro. Podem a partir dele desenvolver outras propostas para os problemas identificados, ou até mesmo novas melhorias às implementações já realizadas. Cabe a empresa, decidir essa continuidade.

## 5.2 Continuidade do Trabalho no Futuro

Em reflexão sobre o trabalho realizado, e de acordo com o que foi escrito anteriormente, constato que o tempo foi reduzido para tudo o que seria necessário realizar, o trabalho não está terminado. A implementação da filosofia *Lean* requer tempo, formação e acompanhamento constante, uma vez iniciada não tem um fim definido. A melhoria contínua deve fazer parte do quotidiano da empresa e, nesse contexto, deve ser dada continuidade ao trabalho iniciado.

Uma vez que a aplicação dos 5S obteve tão bons resultados, a prática deve ser alargada aos outros setores da empresa. Nos setores onde foi implementada devem ser criadas auditorias internas por forma a assegurar a sua manutenção.

No setor de fresagem deve ser feito o estudo experimental da proposta do adaptador para os cones BT30 e um estudo cuidado sobre a criação da sala de preparações. É igualmente necessário a introdução de novas ferramentas *lean* como o OEE e o TPM.

Nos restantes setores deve aplicar-se a mesma metodologia usada no estudo realizado durante o estágio. Primeiro fazer um levantamento da situação e identificar os problemas para de seguida poderem ser estudadas ações de melhoria.

A implementação das propostas já efetuadas e de novas soluções que possam surgir em novos estudos em que sejam necessários investimentos financeiros ou organizacionais mais elevados poderão ser feitos recorrendo ao Programa 2020 da União Europeia.

A Kristaltek tem neste momento a decorrer uma candidatura onde se incluiu a implementação da Metodologia 5S em toda a empresa e para a qual deverá ter uma decisão de deferimento no mês de Agosto do corrente ano.

## **6. Bibliografia**

- Asefeso, A. (2012). *5s Lean Manufacturing (Key to Improving Net Profit)*. AA Global Sourcing Ltd.
- Consultores, V. (2013). *Metodologia 5S/ Gestão Visual/ Trabalho Normalizado (Slides de apoio à unidade curricular Simulação Aplicada)*. Aveiro.
- Costa, G. (2014). *Manual do Sistema de Gestão Integrado da Kristaltek- Laser e Mecânica de Precisão Lda, rev.07*.
- Eaton, M. (2013). *The Lean Practitioner's Handbook*. Philadelphia: Kogan Pages Publishers.
- Exportações do setor metalúrgico e metalomecânico foram em 2014 as melhores de sempre.* (27 de 02 de 2015). Obtido de Web site de AIMMAP:  
<http://www.aimmap.pt/noticias/detalhes.php?id=441>
- Exportações do setor metalúrgico e metalomecânico mantém crescimento em janeiro/Economia: Expresso.* (23 de 03 de 2015). Obtido de Web site de Expresso:  
<http://expresso.sapo.pt/economia/exportacoes-do-sector-metalurgico-e-metalomecânico-mantem-crescimento-em-janeiro=f916467>
- Feld, W. M. (2001). *Lean Manufacturing: Tools Techniques and How to Use Them*. Boca Raton: CRPress.
- Gopalakrishnan, N. (2010). *Simplified Lean Manufacturing: Elements, Rules, Tools and Implementation*. New Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd.
- Henry, J. R. (2013). *Achieving Lean Changeover Putting SMED to Work*. Boca Raton: CRPress.
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual. Volume 2 Waste and the 5S's*. CRPress.
- Hiregoudar, C. (2007). *Facility Planning and Layout Design*. Pune: Technical Publications Pune.
- Inc., V. I. (s.d.). *Top 25 Lean Tools*. Obtido de Lean Production:  
<http://www.leanproduction.com/top-25-lean-tools.html>
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Field Book- A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. McGraw Hills Companies.
- Manutan. (s.d.). Catálogo Manutan 2015 pp.312. *Caixa de Bico em Plástico*.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing, What the Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, vol.83, Issue 6, pp. 662-673.
- Moulding, E. (2010). *5s: A Visual Control System for the Workplace*. Milton Keynes: Author House.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production*. New York: Productivity Press.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking- Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean A Filosofia das Organizações Vencedoras*. Lisboa: Lidel.



- Pinto, J. P. (2010). *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*. 3ªed. Lisboa: Lidel.
- Ramos, A. L. (2013). Simulação Aplicada- Lean Manufacturing (Slides de Apoio a Unidade Curricular). Aveiro.
- Shingo, S. (1989). *A Study of Toyota Production System* . Productivity Press: Cambridge.
- Silva, M. L. (29 de Maio de 2013). *A importância do layout dentro das indústrias para o aumento da produtividade*. Obtido de Techoje: [http://www.techoje.com.br/site/techoje/artigos\\_autor/artigos/1661](http://www.techoje.com.br/site/techoje/artigos_autor/artigos/1661)
- Slides de Apoio a Unidade Curricular de Gestão de Operações. (2012). Aveiro.
- Smartconsultoria. (2014). *7 Desperdícios na Produção- Quais são?* Obtido de smartconsultoria.com: <http://smartconsultoria.com/7-desperdicios-na-producao-quais-sao/>
- Stevenson, W. J. (2007). *Operations Managment*. Boston : McGraw Hill.
- Wang, J. X. (2011). *Lean Manufacturing: Business Bottom Line Based*. New York: CRC Press.
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. New York: McGraw Hill Companies.
- Womak, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in You Corporation*. New York: Free Press.

## **ANEXO 1 - Lista Auxiliar para leitura do Layout**

**A** – Escritório Administrativo

**B** – Escritório Administração

**C** – Sala de Reuniões

**D** – Departamento de Desenho

**E** – Escritório Direção

**F** – Departamento de Apoio à Produção

**G** – Sala de Reuniões

**ENBALAM.** – Embalamento

**Armazém Aut.** – Armazém automático

**AREA LIMP.** – Área de Limpeza de Peças

**CM04, CM03, CM09, CM14, CM08, CM16, CM12, CM20, CM11, CM10 CM07** – Centros De Fresagem

**TR01, TR07, TR04, TR05, TR06, TR08** – Tornos



**- Área Confidencial**