

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE COMPUTADORES



ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO CUSTOMIZADA DA EVOLEO

DANIEL LUÍS DE FEITAIS PROENÇA

outubro de 2018

ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO CUSTOMIZADA DA EVOLEO

Daniel Luís de Feitais Proença



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e Computadores

Ramo de Sistemas e Planeamento Industrial

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2018

Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Unidade Curricular de TEDI – Tese / Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores – Sistemas e Planeamento Industrial.

Candidato: Daniel Luís de Feitais Proença, Nº 1120314, 1120314@isep.ipp.pt

Orientação científica: Eng. Paulo Ávila, psa@isep.ipp.pt

Coorientação Científica: Eng. João Bastos, jab@isep.ipp.pt

Empresa: EVOLEO Technologies, Lda

Supervisor na Empresa: Eng. Rodolfo Martins, rodolfo.martins@evoleotech.com

Cossupervisor na Empresa: Eng. Paulo Bento, paulo.bento@evoleotech.com



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

5 de outubro de 2018

Agradecimentos

Uma vez que ninguém consegue atingir os maiores sucessos sozinho, queria deixar uma palavra de profundo agradecimento a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente à realização deste projeto, fazendo com que o que parecia impossível se tornasse realidade.

Em primeiro lugar, uma palavra de agradecimento pela orientação científica ao Engenheiro Paulo Ávila, por toda a disponibilidade e apoio demonstrados ao longo da realização deste projeto, fatores que vieram a tornar-se essenciais e decisivos.

À minha mãe e ao meu irmão, pelo apoio e motivação diária para a realização deste projeto, e pelo suporte que são na minha vida.

Ao Engenheiro Rodolfo Martins, pela confiança que depositou em mim, na concretização das várias tarefas que me sugeriu, incluindo o projeto que serviu para a realização desta dissertação.

Ao Engenheiro Paulo Bento, à Clara Pinho, ao Eng. Tiago Silva, à Eng. Sara Freitas, e a todos os outros colegas da EVOLEO que de vários modos se mostraram disponíveis e forneceram toda a ajuda necessária para a concretização deste projeto.

Aos meus amigos e colegas do ISEP, por todo o apoio e entreajuda demonstrados ao longo do mestrado e da realização do projeto.

Resumo

Este projeto foi realizado no âmbito da unidade curricular (UC) de Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores – Sistemas e Planeamento Industrial, do Instituto Superior de Engenharia (ISEP). O projeto foi desenvolvido nas instalações da empresa EVOLEO, localizada em Pedrouços, Maia. A EVOLEO é uma Pequena e Média Empresa (PME), que se foca no desenho e desenvolvimento de sistemas eletrónicos altamente complexos, sendo que a sua produção é pouco linear e inconstante e em quantidades unitárias.

Os objetivos deste projeto visaram a melhoria das áreas produtivas, do processo do ciclo produtivo, e dos processos de gestão de *stock* e gestão física do armazém. Passaram sobretudo pela redução de perdas e desperdícios e pela diminuição da duração de alguns destes processos, otimizando-os.

Inicialmente analisaram-se todas as etapas necessárias para o desenvolvimento dos produtos da EVOLEO, com o propósito de se identificar debilidades e oportunidades de melhoria. Analisou-se igualmente o funcionamento das áreas produtivas e do armazém. Posteriormente foram implementadas as ações de melhoria, ou sugeridas para futura implementação.

Após a sua implementação, estas medidas foram avaliadas em termos de desempenho nos processos pretendidos. Em alguns processos, os resultados alcançados originaram melhorias significativas, reduzindo a sua duração na ordem dos 25 a 30%. Numa visão de melhoria contínua, os valores obtidos podem sempre ser melhorados.

Palavras-Chave

EVOLEO, lean, trabalho padronizado, 5S, kaizen, produção, *stock*, melhoria.

Abstract

This project was carried out within the scope of the curricular unit of Thesis / Dissertation, of the Master's Degree in Electrical and Computer Engineering – Systems and Industrial Planning, from ISEP. The project was developed in the facilities of the company EVOLEO, located in Pedrouços, Maia. EVOLEO is a Small and Medium-sized Enterprise (SME), which focuses on the design and development of highly complex electronic systems, with its production being inconstant and in unit quantities.

The objectives of this project were to improve the production areas, the production cycle process, and the processes of stock management and physical management of the warehouse. They were mainly to reduce losses and waste and reduce the duration of these processes.

Initially, all necessary steps for the development of EVOLEO products were analysed in order to identify weaknesses and improvement opportunities. The operations of the production areas and the warehouse were also analysed. Subsequently, improvement actions were implemented or suggested for future implementation.

After their implementation, these measures were evaluated in terms of performance in the intended processes. In some processes, the results achieved have resulted in significant improvements, reducing its duration in the order of 25 to 30 per cent. In a continuous improvement perspective, the values obtained can always be improved.

Keywords

EVOLEO, lean, padronized work, 5S, Kaizen, production, stock, improvement.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ACRÓNIMOS.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.3. METODOLOGIA	2
1.4. CALENDARIZAÇÃO	3
1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	3
1.6. EVOLEO TECHNOLOGIES, LDA	4
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	7
2.1. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM	7
2.2. FILOSOFIA LEAN.....	10
2.3. METODOLOGIA 5S	11
2.4. GESTÃO VISUAL.....	13
2.5. TRABALHO PADRONIZADO	14
2.6. CICLO PLAN-DO-CHECK-ACT (PDCA)	15
2.7. TIPOLOGIA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	16
3. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DA EVOLEO – SITUAÇÃO INICIAL	21
3.1. ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA.....	22
3.1.1. <i>Recursos Humanos</i>	22
3.1.2. <i>Comunicação entre departamentos</i>	23
3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DO CICLO PRODUTIVO.....	24
3.3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	28
3.3.1. <i>Descrição das áreas produtivas</i>	30
3.4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE GESTÃO DE STOCK E COMPRAS.....	36
3.4.1. <i>Descrição do armazém</i>	38
3.4.2. <i>Descrição do ERP utilizado</i>	40
4. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA	41

4.1.	ORGANIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRODUÇÃO	41
4.1.1.	<i>Oportunidades de melhoria nas áreas de produção</i>	46
4.2.	GESTÃO DE STOCK E GESTÃO FÍSICA DO ARMAZÉM	53
4.2.1.	<i>Oportunidades de melhoria no armazém e na gestão de stock.....</i>	55
4.3.	PROCESSO DO CICLO PRODUTIVO.....	60
4.3.1.	<i>Oportunidades de melhoria no processo do ciclo produtivo</i>	62
5.	RESULTADOS.....	65
5.1.	RESULTADOS DAS MELHORIAS NA ORGANIZAÇÃO DA OFICINA DE TRABALHO.....	65
5.2.	RESULTADOS DAS MELHORIAS NA GESTÃO DE STOCK E GESTÃO FÍSICA DO ARMAZÉM.....	67
5.3.	RESULTADOS DAS MELHORIAS NO PROCESSO DO CICLO PRODUTIVO	70
6.	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHO FUTURO	73
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....		75
ANEXO A. PÓSTER ALUSIVO AOS 5S		77
ANEXO B. MEDIDAS DE APOIO À PRODUÇÃO E À GESTÃO DE STOCK		79
ANEXO C. GUIDELINES DE APOIO AO DESENHO		83
ANEXO D. LISTA DE MATERIAL STANDARD		87
ANEXO E. FLUXOGRAMA DE REVISÃO DOCUMENTAL		93

Índice de Figuras

Figura 1 - Logótipo de empresa EVOLEO Technologies [1]	4
Figura 2 - Vista aérea da empresa EVOLEO Technologies (Maia)	6
Figura 3 - Planta do 1º Andar das instalações da empresa EVOLEO	6
Figura 4 - Toyota Production System [2].....	8
Figura 5 - Princípios do Lean [6]	11
Figura 6 - Metodologia dos 5S [9]	13
Figura 7 - Exemplos de aplicação da Gestão Visual [11]	14
Figura 8 - Ciclo PDCA [13].....	15
Figura 9 - Formas de relação com o cliente e seus tempos de resposta [15].....	18
Figura 10 - Esquema representativo do organograma da EVOLEO	22
Figura 11 - Diagrama representativo do processo do ciclo produtivo.....	25
Figura 12 - Exemplo da tabela de divisão de códigos em famílias de produtos	27
Figura 13 - Planta da área do laboratório de testes.....	31
Figura 14 - Área de montagens elétricas e testes do laboratório da EVOLEO	31
Figura 15 - Área de microsoldaduras e testes de PCB's	32
Figura 16 - Planta da oficina de montagem.....	33
Figura 17 - Área de montagem da oficina da EVOLEO - 1	34
Figura 18 - Área de montagem da oficina da EVOLEO - 2.....	34
Figura 19 - Área de metalomecânica da oficina da EVOLEO - 1	35
Figura 20 - Área de metalomecânica da oficina da EVOLEO - 2.....	35
Figura 21 - Fluxograma representativo do processo de gestão de <i>stock</i>	36
Figura 22 - Armazém da EVOLEO.....	38
Figura 23 - Planta do armazém	39
Figura 24 - Ferramentas em excesso (quadro vermelho)	42
Figura 25 - Ferramentas em excesso (mesa castanha)	42
Figura 26 - Material sem arrumação	43
Figura 27 - Material desorganizado no momento de montagem.....	43
Figura 28 - Falta de etiquetagem e identificação	44
Figura 29 - Falta de limpeza.....	45
Figura 30 - Redução do número de ferramentas utilizadas	47
Figura 31 – Nova localização dos materiais de maior dimensão	47
Figura 32 - Etiquetagem das ferramentas e da sua localização	48
Figura 33 - Colocação do póster alusivo aos 5S	49
Figura 34 - Colocação do material de limpeza.....	50

Figura 35 - Área de metalomecânica (após aplicação dos 5S)	50
Figura 36 - Área de montagem da oficina de produção (após aplicação dos 5S).....	51
Figura 37 - Nova planta da oficina de produção	52
Figura 38 - Armadura de luz	52
Figura 39 - Tomada trifásica e telefone.....	53
Figura 40 - Distribuição de fios elétricos no armazém da EVOLEO	55
Figura 41 - Etiquetagem defeituosa (cima) e mau aproveitamento das prateleiras (baixo)	55
Figura 42 - Espaço disponível em armazém após medidas implementadas.....	58
Figura 43 - Etiquetagem das caixas após alterações	59
Figura 44 - Organização do armazém após medidas implementadas.....	60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Calendarização do Projeto (Ano de 2018)	3
Tabela 2 - Classificação dos sistemas de produção [14]	17
Tabela 3 - Resultado das melhorias na oficina de trabalho	66
Tabela 4 - Resultados das melhorias na gestão de <i>stock</i>	67
Tabela 5 - Quantidades de materiais na lista <i>standard</i>	68
Tabela 6 - Resultados das melhorias na gestão física do armazém - 1.....	69
Tabela 7 - Resultados das melhorias na gestão física do armazém - 2.....	69
Tabela 8 - Resultados das melhorias na gestão física do armazém - 3.....	70
Tabela 9 - Resultados das melhorias no processo do ciclo produtivo.....	71
Tabela 10 - Lista <i>standard</i> de material mecânico	87
Tabela 11 - Lista <i>standard</i> de material elétrico.....	88
Tabela 12 - Lista <i>standard</i> de material eletrónico.....	89

Acrónimos

BOM – *Bill of Materials*

EPI – Equipamento de Proteção Individual

ERP – *Enterprise Resource Planning*

GO – Gestão Operacional

GT – Gestão Técnica

ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

JIT – *Just in Time*

PA – *Product Assurance*

PCB – *Printed Circuit Board*

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

PME – Pequena e Média Empresa

RT – Responsável Técnico

SP – Sistemas de Produção

TL – *Team Leader*

TPS – *Toyota Production System*

UC – Unidade Curricular

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo funciona como introdução ao projeto, onde é feita uma breve contextualização, são descritos os seus objetivos principais, é indicada a calendarização seguida ao longo do seu desenvolvimento, assim como qual é a estrutura do relatório.

No último ponto é feita uma breve descrição da empresa onde decorreu o projeto, a EVOLEO Technologies, Lda.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Esta dissertação está inserida no âmbito da unidade curricular de Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, no ramo de Sistemas e Planeamento Industrial, do ISEP.

O projeto aqui proposto surgiu de uma oportunidade de realizar um estágio na área da produção na empresa EVOLEO Technologies, Lda. Para a sua realização foram aplicados alguns conceitos teóricos estudados ao longo do curso, assim como novos temas lecionados em ambiente empresarial.

É descrito ao longo deste trabalho o processo do ciclo produtivo da EVOLEO, sendo que o seu objetivo é implementar melhorias nos diferentes processos que influenciam a produção, com a finalidade de estabelecer padrões e reduzir desperdícios e perdas. Essas ações podem ser implementadas de imediato ou se não for possível, a médio e longo prazo.

A necessidade de tornar a EVOLEO mais competitiva no mercado é outro fator que leva a uma análise mais aprofundada da produção com vista à sua melhoria. É fundamental que as empresas possam efetuar a sua produção usando o mínimo de recursos disponíveis, no menor tempo possível, eliminando qualquer tipo de desperdícios que possam vir a acontecer no seu processo.

1.2. OBJETIVOS

Os objetivos deste projeto passam por implementar melhorias na empresa EVOLEO:

- Nas áreas produtivas, mais em concreto na oficina de fabrico. Foram propostas melhorias para estas áreas.
- No processo do ciclo produtivo, descrevendo todos os processos complementares à produção que lhe estão interligados e que a influenciam diretamente, melhorando-os.
- Na gestão de *stock* e gestão física de armazém, simplificando os processos e promovendo uma melhoria da gestão visual.

Para atingir estes objetivos serão apresentadas soluções que visem melhorar estes processos e a diminuição de desperdícios existentes.

1.3. METODOLOGIA

Para cumprir os objetivos acima propostos, o projeto dividido em várias etapas, onde se destacam:

- Levantamento;
 - Verificação das condições da empresa;
 - Perceber a interação da produção com os vários departamentos;
 - Análise da metodologia de produção;
 - Acompanhamento de todas as atividades.
- Análise;
 - Análise do processo produtivo da EVOLEO e da sua performance;
 - Avaliação das metodologias utilizadas atualmente;
 - Recolha e análise de dados;

- Revisão teórica sobre diferentes filosofias de melhorias de processos;
- Identificar e estabelecer os pontos de melhoria;
- Aplicar as metodologias e soluções adequadas a cada ponto.
- Implementação;
 - Proposta de alteração com vista à melhoria dos processos;
 - Validação das propostas para alterações;
 - Análise e validação do desempenho das alterações no tempo e custos associados.
- Escrita do relatório.

1.4. CALENDARIZAÇÃO

Está presente na Tabela 1 uma calendarização aproximada das etapas descritas no ponto anterior.

Tabela 1 - Calendarização do Projeto (Ano de 2018)

Objetivo	Início	Fim	Duração
Levantamento	12 de Março	08 de Abril	4 semanas
Análise	9 de Abril	27 de Maio	7 semanas
Implementação	28 de Maio	22 de Julho	8 semanas
Escrita do Relatório	21 de Maio	30 de Julho	10 semanas

1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O relatório está dividido em 6 principais capítulos.

No primeiro capítulo é feita uma breve introdução ao projeto realizado e à empresa onde o estágio foi realizado, a EVOLEO Technologies, Lda.

O segundo capítulo é dedicado a apresentar alguns conceitos teóricos variados que serviram como suporte ao desenvolvimento deste projeto.

No terceiro capítulo é feita uma análise e descrição do processo do ciclo produtivo atual da EVOLEO, assim como a descrição da relação entre a produção e os outros departamentos da empresa. A organização das áreas produtivas também é abordada, assim como o processo de gestão de *stock* e a gestão física do armazém.

No capítulo quatro são apresentadas as propostas de oportunidades de melhoria dos processos e dos pontos mencionados no capítulo anterior.

A validação e discussão dos resultados é feita no quinto capítulo.

Por fim, a conclusão e as perspetivas de trabalho futuro são apresentadas no sexto e último capítulo.

1.6. EVOLEO TECHNOLOGIES, Lda

O estágio decorreu nas instalações da empresa EVOLEO Technologies, Lda. O seu logótipo está representado na Figura 1.



Figura 1 - Logótipo de empresa EVOLEO Technologies [1]

A EVOLEO é uma PME, que foi fundada em Janeiro de 2007, e as suas instalações estão localizadas em Pedrouços, Maia.

No início da sua existência, o objetivo estratégico era seguir pela área de negócio do Espaço. O nível de conhecimento técnico exigido para trabalhar nesta área é muito elevado, uma vez que se tratam de projetos desenvolvidos para operar no espaço sob condições extremas de temperatura e radiação. Tratam-se de operações que envolvem um elevado nível de risco no caso de ocorrerem erros.

Posteriormente, a EVOLEO passou a investir em competências relacionadas com o desenvolvimento de sistemas eletrónicos altamente complexos, sendo que o seu objetivo era abranger cinco diferentes áreas de atividade:

- Espaço;
- Transporte;
- Energia;
- Indústria;
- Saúde.

No entanto, atualmente, o foco na área da saúde deixou de ter tanta importância para a empresa, sendo que esta está mais focada nas outras quatro áreas.

A sua missão visa proporcionar soluções de engenharia eletrónica diferenciadas, procurando sempre a melhoria contínua, havendo flexibilidade, qualidade e inovação orientada ao cliente.

A EVOLEO apresenta nos seus quadros uma equipa de engenharia multidisciplinar, constituída por 20 elementos. O facto de a equipa ter competências em diversas áreas, permite à empresa adquirir um conjunto de conhecimentos técnicos exigentes. Tem nas suas instalações capacidade para montar e testar pequenas quantidades de equipamentos, sendo que na base dos seus desenvolvimentos está o desenho e a simulação, desde simulações de circuitos eletrónicos a modelos mecânicos. Possuem diversas ferramentas que solucionam uma vasta gama de necessidades, e os ajudam a desenvolver os seus projetos, tanto a nível de *hardware* como de *software* [1].

Os produtos que são produzidos na EVOLEO são normalmente em quantidades unitárias e altamente customizados, sendo que apresentam tempos de produção elevados. São produtos altamente variados, produzidos sob encomenda do cliente. As máquinas e ferramentas utilizadas para a produção são flexíveis para realizar vários tipos de operações diferentes. O tipo de processo de produção utilizado na EVOLEO é de engenharia por encomenda. Neste tipo de produção, o cliente fornece as especificações e a empresa concebe, aprovisiona, fabrica, monta e entrega.

Na Figura 2 encontra-se a vista aérea da empresa, que ocupa parte do edifício assinalado.



Figura 2 - Vista aérea da empresa EVOLEO Technologies (Maia)

No 1º andar do edifício encontram-se localizados os escritórios, a direção técnica, a administração, o armazém de *stock*, as salas de reuniões e um laboratório para testes e pequenas montagens elétricas. A oficina de produção encontra-se localizada na garagem do edifício, onde são feitas as montagens dos equipamentos de maior dimensão e as operações que impliquem o uso de ferramentas mais pesadas.

A planta do 1º andar da empresa está representada na Figura 3.

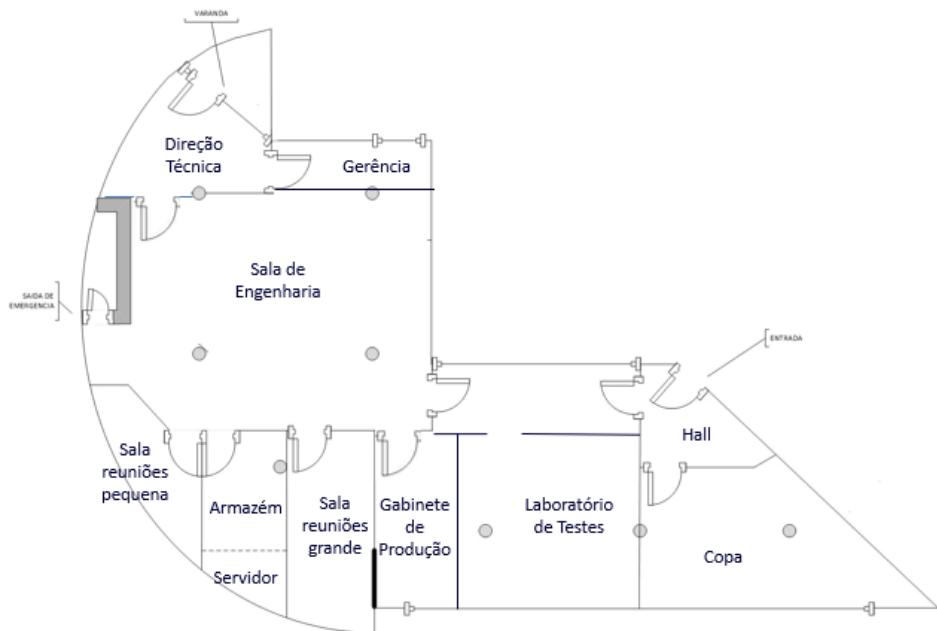


Figura 3 - Planta do 1º Andar das instalações da empresa EVOLEO

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo são apresentadas algumas ferramentas teóricas e práticas utilizadas como suporte à realização do presente projeto. São também abordados alguns temas relacionados com processos produtivos.

2.1. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

O *Toyota Production System* (TPS), surgiu no Japão pela mão de Taiichi Ohno, engenheiro-chefe da produção da Toyota durante largos anos. Após a 2^a Guerra Mundial, resultaram problemas de baixa produtividade e falta de recursos na empresas, o que impedia que fosse implementada uma política de produção em massa.

O objetivo da criação do TPS foi sobretudo o aumento da eficiência da produção, através da eliminação contínua do desperdício, baseando-se em dois princípios fundamentais, o respeito pelas pessoas e a melhoria contínua.

O TPS está na origem da filosofia *Just in Time* (JIT) e do *Lean Management*. A estrutura geral do TPS está representada na Figura 4.

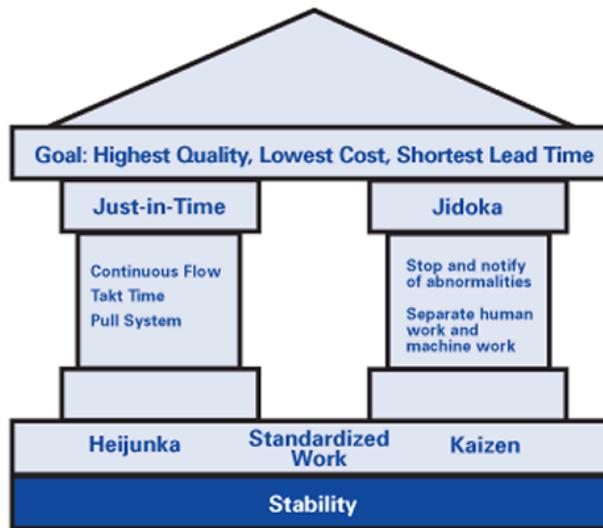


Figura 4 - Toyota Production System [2]

A estrutura do TPS representada em cima, tem como base a estabilidade. O *Heijunka*, referente a uma produção nivelada e redução de *stocks*, e o trabalho uniformizado (*Standardized Work*), que faz com que os processos sejam mais fáceis de gerir pela previsibilidade, contribuem para essa estabilidade. O *Kaizen*, filosofia que incita à melhoria contínua, e indica que os bons resultados apenas são alcançados se existirem processos consistentes, é o outro ponto que contribui para a estabilidade da estrutura do TPS. O *Kaizen* defende também que uma organização deve atuar de forma coordenada como um sistema global, e quando é detetado um problema num sistema, este deve ser visto como uma oportunidade que foi gerada para possibilitar a sua correção e melhoria.

O pilar da esquerda, o *Just in Time* (JIT), consiste em produzir no tempo certo, na quantidade exata, apenas o que é necessário. Requer para isso um fluxo contínuo de materiais e de informação seguindo um sistema *pull* (as necessidades de produção são regidas pelas necessidades do cliente e pelos inputs do mercado), a funcionar com um tempo de ciclo o mais aproximado do *takt time* (tempo de ciclo definido em função da procura e do tempo disponível).

O JIT, considerado uma filosofia global de produção, tem como objetivos atingir [3]:

- Zero defeitos;
- Zero tempos de *setup*;

- *Zero stocks;*
- *Zero movimentações;*
- *Zero quebras;*
- *Zero Lead Times;*
- Lote unitário.

O outro pilar é o *Jidoka*, que induz a criação de condições que levem à perfeição de processos, tendo como base a sua automação. O objetivo é a interligação entre o uso das máquinas e a mão-de-obra, permitindo que ambas se complementem.

A base e os pilares apoiam uma melhoria contínua e suportam o telhado da TPS, que defende como objetivos um baixo custo, elevada qualidade e respostas rápidas.

O TPS indica assim quais devem ser os tipos de desperdícios que se encontram nas organizações e devem ser eliminados [4]:

- Excesso de produção – Pode ser perigoso pois dá às pessoas um sentimento de segurança. Produzir em demasia leva ao consumo de matéria-prima antes do necessário, assim como ao aumento de *stock*;
- Excesso de *stock* – Traduz-se num aumento de custos operacionais e administrativos;
- Excesso de defeitos – Os defeitos levam a atrasos do processo produtivo e consequentemente a trabalho adicional;
- Excesso de processamento – O uso improdutivo de equipamentos leva a um processamento excessivo e com isso custos adicionais;
- Excesso de movimentações – Todos os movimentos que não estejam diretamente relacionados com o aumento de valor são considerados improdutivos;
- Excesso de transporte – As movimentações excessivas de materiais não acrescentam valor.

2.2. FILOSOFIA LEAN

“Lean é um conjunto de princípios, práticas, ferramentas e técnicas projetadas para combater as causas da baixa *performance* operacional. É uma abordagem sistemática para eliminar perdas de toda a cadeira de valor de uma empresa, de forma a aproximar a *performance* atual aos requisitos dos clientes e acionistas” [5]. Resumindo, o objetivo principal do *Lean* está assente na eliminação de tudo o que não acrescenta valor para o produto final. Esta filosofia tenta otimizar todo o processo produtivo, desde o início do planeamento até à entrega do produto final.

O Lean tem 5 princípios básicos [6]:

- Valor – Especificar o que cria e o que não cria valor, de modo a satisfazer as necessidades do cliente. Valor é aquilo que o cliente está disposto a pagar pelas características do produto/serviço que satisfazem as suas expectativas, e por isso é necessário compreender quais são as suas necessidades.
- Cadeia de Valor – Consiste em identificar todas as atividades, do planeamento à produção, que contribuem para o aumento do valor do produto. As atividades que não agregam valor ao cliente final são consideradas desperdícios. Podem, no entanto, não acrescentar valor e ser necessárias, ou não acrescentar valor e serem desnecessárias.
- Fluxo – Tem a ver com a otimização de um processo, tornando-o o mais fluído possível sem interrupções ou atrasos. O fluxo ideal teria apenas atividades que aumentam valor e minimizaria os desperdícios desnecessários.
- Sistema *Pull* – O sistema *pull* é definido pela procura e pelas necessidades de produção, em função dos requisitos do cliente e dos *inputs* do mercado. O objetivo é produzir apenas o que é necessário. Existem várias vantagens neste sistema [7], como por exemplo menor dependência de inventários, produção em pequenos lotes, sincronização ao longo da cadeia de valor, *Lead Times* mais curtos e fluxos de produção e informação mais contínuos.
- Perfeição – Deve existir empenho na procura da perfeição através da melhoria contínua, sabendo que os interesses e as necessidades estão em constante evolução.

A empresa deve ser uma organização de aprendizagem e sempre encontrar maneiras de melhorar um pouco a cada dia.

Os cinco princípios *Lean* (Figura 5) fornecem uma estrutura para criar uma organização eficiente. O *Lean* permite que as empresas descubram pontos de desperdício nas suas organizações, permitindo que forneçam melhor valor ao cliente. Ao aplicar os 5 princípios, uma organização pode permanecer competitiva, diminuindo custos de negócio e aumentando os lucros.



Figura 5 - Princípios do Lean [6]

2.3. METODOLOGIA 5S

A metodologia 5S é uma das principais ferramentas associadas ao *Lean*.

A aplicação dos 5S consiste num conjunto de práticas que têm como objetivos a organização e padronização de um espaço de trabalho, de forma a melhorar as condições, rentabilidade, eficiência e segurança dos processos, que têm como finalidade a redução de desperdícios de todos os tipos. A implementação dos 5S nas organizações confere, a estas, as cinco chaves para um ambiente de qualidade total [8].

O nome da metodologia é originário de cinco palavras japonesas começadas por “S”, que constituem as cinco fases de todo o processo: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, *Shitsuke*.

1. *Seiri* (Triagem)

A primeira etapa tem como base separar os materiais e ferramentas necessários dos desnecessários, e eliminar do espaço de trabalho tudo o que seja inútil. Além disso, dos artigos que forem considerados necessários, deve haver uma classificação quanto à sua frequência de utilização, para se perceber qual a sua prioridade e onde se devem armazenar.

2. *Seiton* (Arrumação)

Nesta etapa deve ser feita a arrumação dos itens necessários, de modo a que estes se tornem mais acessíveis para quem os utiliza, proporcionando assim maior eficácia e eficiência dos processos. Cada coisa deve ser colocada no seu devido lugar e o espaço de trabalho deve ser organizado de forma eficaz, a fim de eliminar os tempos de procura. Cada organização deve ter um layout adequado, efetuando uma arrumação dos itens por função ou por processo.

3. *Seiso* (Limpeza)

Neste processo o objetivo é proporcionar aos trabalhadores um ambiente confortável e limpo, sendo que para que isso se mantenha é necessário que haja a sua colaboração. Deve-se manter o ambiente de trabalho limpo e cuidado, eliminando fontes de sujidade, o que até ajuda a identificar anomalias e desperdícios. Por exemplo, quando se efetua a limpeza de uma máquina, o trabalhador pode encontrar defeitos funcionais.

4. *Seiketsu* (Normalização)

Nesta fase devem ser criadas normas “*standard*” claras para que as três fases anteriores sejam normalizadas e sistematizadas. As melhores práticas devem ser normalizadas, registadas e disponíveis para o acesso de todos os colaboradores, através de instruções e procedimentos.

5. *Shitsuke* (Disciplina)

Nesta fase, deve ser incentivada a melhoria contínua, eliminados os problemas e seguidas as normas, e, se possível, melhorá-las. Para que existam resultados, há necessidade de acompanhamento e disciplina, e algumas práticas têm de ser alteradas, o que pode levar a alguma resistência à mudança. A realização de sessões de formação ou de auditorias

internas são boas práticas, que ajudam a tentar perceber os problemas e as suas causas de forma a ultrapassá-los.

Na Figura 6 está representado um esquema da metodologia 5S.



Figura 6 - Metodologia dos 5S [9]

2.4. GESTÃO VISUAL

A gestão ou controlo visual cria visibilidade lógica e de fácil percepção para a transmissão de informação através de imagens. Isto é bastante importante uma vez que o ser humano interioriza mais de 75% da informação através da sua visão, e por isso, promover a exposição visual da informação relevante significa promover a comunicação.

Isto pode-se aplicar a todos os setores do processo produtivo, podendo estar disponível para todos sob a forma mais simples possível, surgindo de diversas maneiras: espaços definidos no chão, ferramentas identificadas, utensílios de cores diferentes, com regras de segurança, normas de trabalho, entre outros [10].

Ter em prática a metodologia dos 5S também contribui para a implementação do controlo visual.

Uma correta gestão visual permite detetar fácil e rapidamente uma anormalidade e assim tomar ações corretivas. Este fator é essencial, sobretudo quando se fala em competitividade, onde a redefinição de tarefas produtivas são a ordem do dia.

A informação disponibilizada sobre as ações tomadas contribui para a melhoria e reconhecimento dos colaboradores na organização. Se os dados que são transmitidos são positivos, os colaboradores ficam motivados e confiantes, caso contrário pode provocar constrangimento e mudança de rumo.

Através da gestão visual é possível transmitir alguns tipos de informação, como descrever processos, mostrar evolução de decisões, implementar métodos necessários para trabalhos práticos, consultar dados de forças e fraquezas, assim como ajuda a prevenir a ocorrência de problemas, tornando-os visíveis para toda a organização.

Na Figura 7 é possível verificar alguns exemplos de aplicação da gestão visual.



Figura 7 - Exemplos de aplicação da Gestão Visual [11]

2.5. TRABALHO PADRONIZADO

Ainda relacionado com a metodologia da ferramenta 5S, o trabalho padronizado diz respeito ao estabelecimento de procedimentos *standard* para cada tarefa, e para cada colaborador, para que os operadores saibam exatamente o que fazer, não executando tarefas de forma aleatória. O principal objetivo é a normalização dos modos de trabalho, estabelecendo os melhores métodos e sequências de trabalho para cada operação.

Para o bom funcionamento desta ferramenta, existem três elementos essenciais [12]:

- Tempo de ciclo normalizado – tempo de ciclo capaz de responder à procura;
- Sequência de trabalho normalizada – a melhor e mais segura sequência de tarefas para um operador executar o trabalho respetivo, dentro do tempo de ciclo;
- Inventário Normalizado – quantidade mínima de *stock* que garante um fluxo contínuo sem tempos improdutivos.

Ao implementar um processo padronizado de trabalho e ao expô-lo no local de trabalho, consegue-se reduzir a variabilidade do processo, movimentos desnecessários, acidentes de trabalho e obter uma estratégia comum para ações de melhoria contínua. É possível

melhorar a qualidade, a segurança, a eficácia, a estabilidade e a previsibilidade de anormalidades.

2.6. CICLO PLAN-DO-CHECK-ACT (PDCA)

O ciclo PDCA é uma metodologia utilizada para controlar eficazmente as atividades de uma organização, sobretudo as que estão relacionadas com melhorias. É uma ferramenta essencial para identificar e definir processos, com vista a padronizá-los, sabendo quais são os seus objetivos.

O ciclo PDCA (Figura 8) é constituído pelas seguintes etapas:

- *Plan* (Planejar) – Estabelecer os alvos para a melhoria, elaborando planos de ação para o atingir;
- *Do* (Fazer, executar) – Implementar as ações definidas anteriormente;
- *Check* (Verificar) – Quantificar os resultados e averiguar se se obteve a melhoria pretendida.
- *Act* (Agir) – Realizar e padronizar novos procedimentos para recorrência do problema original, efetuando ações com vista à melhoria contínua dos processos.

A omissão de uma fase pode causar prejuízos e falhas no processo [13].



Figura 8 - Ciclo PDCA [13]

2.7. TIPOLOGIA DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Dependendo das características dos processos de cada empresa, os diversos sistemas produtivos podem, ou não, apresentar características que os diferenciem.

Quando se pretende desenvolver uma análise a um sistema operativo, é importante agrupar os processos em tipos, com base nas suas semelhanças e diferenças. A partir do momento em que se conhece o tipo de processo, muitas características e comportamento associados ao mesmo podem ser facilmente identificados.

A organização dos sistemas de produção é dependente da natureza e volume de produtos que o sistema deve produzir. Se o sistema for feito para produzir poucos tipos de produtos em elevado volume, então espera-se uma forte sistematização das operações equilibradas, existindo um baixo peso de armazenamentos, elevada especialização dos equipamentos de produção relativamente ao produto, baixa qualificação dos operadores, elevada produtividade, baixa complexidade de gestão e possivelmente ausência de flexibilidade. Se o sistema tiver de responder a uma diversidade alta de produtos em volumes baixos, as características anteriormente referidas são as inversas e o processo é mais dirigido a satisfazer encomendas sob especificações do cliente. O volume de armazenamento no processo é maior no segundo caso, em que ocorrem filas de espera nos postos de trabalho. Neste caso também se procura uma universalidade dos equipamentos face à diversificação de operações que são executadas [14].

A classificação dos Sistemas de Produção (SP) ou dos seus processos, pode ser feita dentro de vários parâmetros, como estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação dos sistemas de produção [14]

Parâmetros	Classificação
Implantação	<ul style="list-style-type: none"> • Por Projeto • Oficinas de Fabrico Aberta ou Fechada (<i>Job Shop</i>) ou Implantação por Processo • Células de Fabrico • Sistemas Flexíveis de Fabrico • Implantação por Produto • Implantação de Processo
Fluxo de Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Intermítente • Contínuo • Misto
Relação com o Cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Engenharia por encomenda • Fabrico por encomenda • Montagem por encomenda • Fabrico para <i>stock</i>
Quantidades Produzidas de um mesmo produto	<ul style="list-style-type: none"> • Unitária (à medida do cliente) • Pequenas séries (por lotes) • Grandes séries (em série) • Série constante (produção de fluidos ou produção em massa)
Tipologia da estrutura dos produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Convergente • Divergente • Estrutura em T
Variabilidade dos produtos produzidos	<ul style="list-style-type: none"> • Produto Único (sem variabilidade) • Semelhantes • Diferenciados
Gama Operatória	<ul style="list-style-type: none"> • Única • Semelhantes • Diferenciadas
Natureza dos Produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Discreta • De Processo
Caracterização da Procura	<ul style="list-style-type: none"> • Procura Imprevisível • Procura Variável • Procura Estável
Organização	<ul style="list-style-type: none"> • Rígida • Flexível
Produção no Espaço	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuída • Concentrada

A caracterização quanto à implantação classifica os processos tendo em conta a disposição física entre as máquinas, os trabalhadores e o espaço de trabalho, ou seja, a tipologia da planta do sistema produtivo. Dentro da mesma empresa podem existir vários tipos de implantações.

Quanto ao fluxo de materiais, numa produção contínua o equipamento é padronizado e completo, com uma sequência de operações única e uma quantidade de artigos produzida elevada. O planeamento é estável e pouco variável. Numa produção intermitente, o equipamento utilizado é flexível e universal, com múltiplas sequências de operações, o que faz com que ocorram diversas ordens de fabrico ao mesmo tempo, causando tempos de espera entre operações e quantidades baixas ou até mesmo unitárias de artigos produzidos. O planeamento neste caso varia de produto para produto.

A forma com que a empresa se relaciona com o cliente está diretamente ligada à fase do ciclo produtivo em que a empresa inicia o tratamento da encomenda com o cliente. Na engenharia por encomenda, o “cliente fornece especificações e a empresa concebe, aprovisiona, fabrica, monta e entrega”, no fabrico por encomenda a empresa “aprovisiona, fabrica, monta e entrega”, na montagem por encomenda a empresa “produz um número básico de modelos e fornece catálogos com uma variedade grande de opções a partir daí” e no fabrico para stock, o produtos são produzidos para stock e fornecidos quando o cliente pretende (Figura 9) [14].

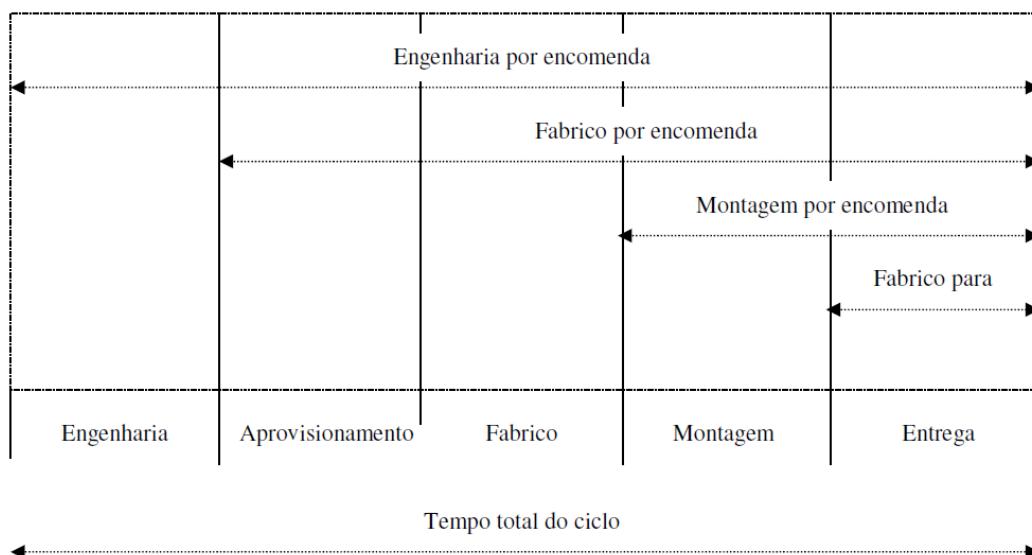


Figura 9 - Formas de relação com o cliente e seus tempos de resposta [15]

Relativamente às quantidades produzidas dum mesmo produto, o processo pode ser em série constante (produção de fluídos ou em massa), grandes séries (produção automóvel ou de eletrodomésticos), em pequenas séries (produção por lotes) ou então em quantidades unitárias (sem repetição).

Em certas classificações é visível que existe uma relação entre determinados parâmetros, que caracteriza o tipo de sistema produtivo. Por exemplo, quando se fala em sistemas de fluxo contínuo e sistema de produção por encomenda, estamos a falar em dois sistemas com características opostas.

Mas, apesar de com poucos parâmetros ser possível prever algumas características do tipo de processo, é sempre necessário para cada sistema produtivo caracterizá-lo mediante os vários parâmetros, uma vez que em alguns casos uma única classificação não é suficiente para o caracterizar [14].

3. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DA EVOLEO – SITUAÇÃO INICIAL

O presente trabalho focou-se na melhoria do processo do ciclo produtivo da EVOLEO, analisando o processo completo, desde a chegada da proposta de projeto vinda do cliente, até à finalização e entrega do produto ao mesmo.

Para efetuar esta análise, é necessário perceber como está organizada a empresa, tanto em termos de recursos humanos, como nas operações entre os diferentes departamentos aquando da realização dos projetos.

Posteriormente foi analisado o processo global e explicado como funcionam sequencialmente todas as operações. Foi depositada principal atenção aos processos de ciclo produtivo e de gestão de *stock*, o primeiro de forma mais aprofundada, uma vez que era o foco principal do projeto.

Também foram descritos o funcionamento das áreas produtivas e o processo de armazenamento, com a finalidade de identificar debilidades e pontos onde pudesse ocorrer melhorias.

3.1. ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA

De forma a compreender como são feitos todos os processos entre recursos humanos dentro da empresa, é feita uma abordagem ao organograma da empresa e à comunicação entre as várias hierarquias aquando da realização de um projeto.

3.1.1. RECURSOS HUMANOS

Sendo a EVOLEO uma PME com 20 funcionários, é fundamental que, com vista a um crescimento futuro, haja uma estrutura organizacional bem definida. No entanto, no caso da EVOLEO, apesar de existir um organograma explicativo dos departamentos da empresa (Figura 10), o que se vê muitas vezes é alguns trabalhadores a exercer outras funções com o fim de contribuir para outras áreas. A versatilidade é uma característica dos trabalhadores da empresa, que são graduados e competentes para trabalhar em várias vertentes.

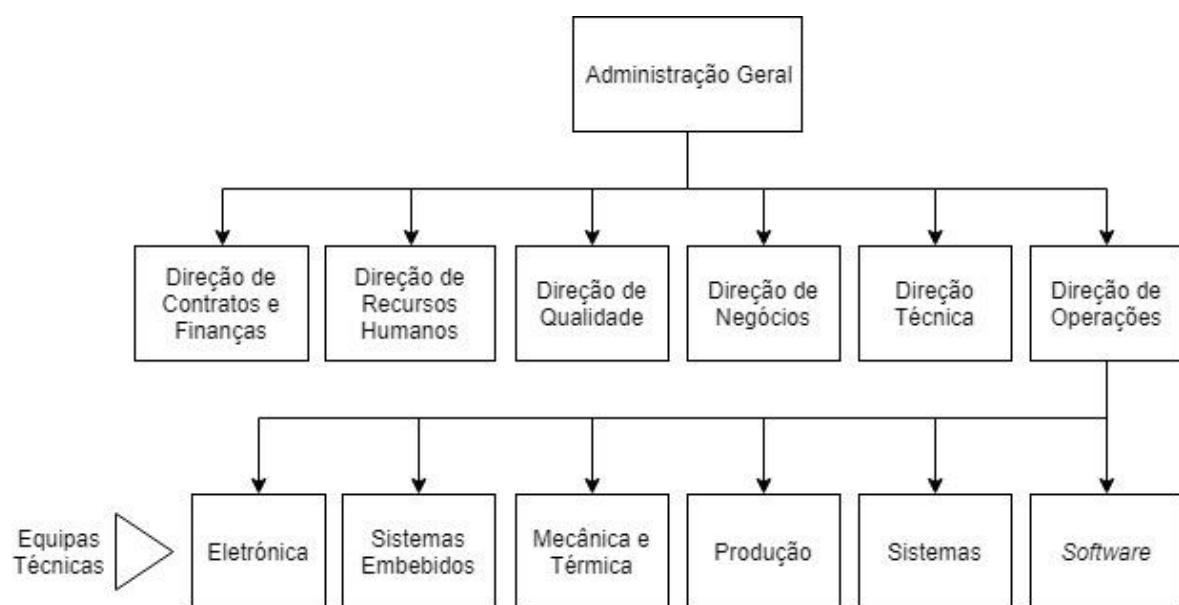


Figura 10 - Esquema representativo do organograma da EVOLEO

Em termos de direção, esta é dividida em seis departamentos principais, que dizem respeito à gestão técnica (GT). São então estes:

- Direção de contratos e finanças, responsável pelos serviços administrativos e pela realização dos contratos com clientes, assim como pelo controlo financeiro da empresa.

- Direção de recursos humanos, que tem a seu cargo a gestão de recursos humanos e a gestão motivacional e avaliativa.
- Direção de qualidade, que trata do suporte ao cliente, do *product assurance* (PA) (garantia do produto) e da gestão de qualidade.
- Direção de negócios, responsável pela gestão comercial e por todo o marketing e estratégias cooperativas que envolvam a empresa.
- Direção técnica, que está associada ao desenvolvimento e inovação de produtos, assim como à gestão de projetos.
- Direção de operações, responsável pela gestão de operações, de *stocks* e de produção.

As últimas três diretorias da lista são consideradas diretorias de realização, pois estão diretamente ligadas à realização do produto. As três primeiras são caracterizadas como diretorias de suporte, pois, embora não estejam diretamente ligadas ao produto, têm influência nas outras direções, funcionando como suporte e apoio.

A direção de operações, responsável pela gestão operacional da empresa, tem a seu cargo as diversas equipas de engenharia, compostas cada uma por um *team leader* (TL) e os respetivos colaboradores de cada equipa.

3.1.2. COMUNICAÇÃO ENTRE DEPARTAMENTOS

Na EVOLEO, quando os projetos chegam à empresa, são avaliados pela gestão técnica, a fim de analisar, segundo um caderno de encargos, se a proposta é realizável no prazo pedido pelo cliente, com os recursos disponíveis na empresa, e que seja rentável, sendo que também são medidos e ponderados todos os riscos associados. Durante o processo de desenvolvimento dos projetos, a GT tem como objetivos manter a supervisão global sobre os projetos, definindo prioridades com base em *inputs* da direção de negócios e dos clientes.

Abaixo da GT está a gestão operacional (GO), que com base nas ordens superiores trata da atribuição das tarefas macro dos projetos ativos e da alocação de recursos.

A GO colabora depois com os TL, que atribuem as tarefas micro às suas equipas, podendo estes últimos tomar decisões de desenvolvimento desde que não prejudiquem os requisitos e influenciem os prazos e custos associados ao projeto. A GO está a par do estado das tarefas que são comunicadas pelos TL.

Para além dos TL, existem os responsáveis técnicos (RT), que são elementos delegados da GT, cuja responsabilidade é fazer a gestão técnica do projeto, acompanhando também os recursos humanos alocados. Quando o projeto está ativo, o papel do RT é acompanhar os elementos daquele projeto.

Na fase de desenvolvimento e de desenho, se o RT tiver sensibilidade para lidar com os assuntos do projeto, então deve ter autonomia para tomar decisões. Caso as decisões tenham impacto em orçamento e prazos, então o RT deve informar a GT para esta auxiliar as tomadas de decisão. Uma vez que na EVOLEO os RT não são engenheiros de sistema, podem não ter sensibilidade para decidir sobre alguns assuntos.

No início de cada semana existe uma reunião organizada pelo GO, onde estão presentes elementos da GT e os TL, que visa atribuir as tarefas a realizar durante a semana e fazer o ponto da situação relativamente ao trabalho realizado na semana imediatamente anterior.

3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DO CICLO PRODUTIVO

Após se perceber como estão organizados os recursos humanos, é importante também compreender, de uma forma detalhada, como funciona todo o processo de atividades de planeamento, programação e controlo da produção da EVOLEO.

Para melhor compreensão de todo esse processo, podendo ser denominado como processo do ciclo produtivo, foi construído um diagrama de processos, apresentado na Figura 11. Esse diagrama descreve quais as atividades realizadas, descrevendo cada fase, os documentos associados a cada processo, e quais as áreas funcionais da empresa. As fases apresentadas são iniciadas desde a chegada da proposta à empresa até à saída do produto para entrega ao cliente.

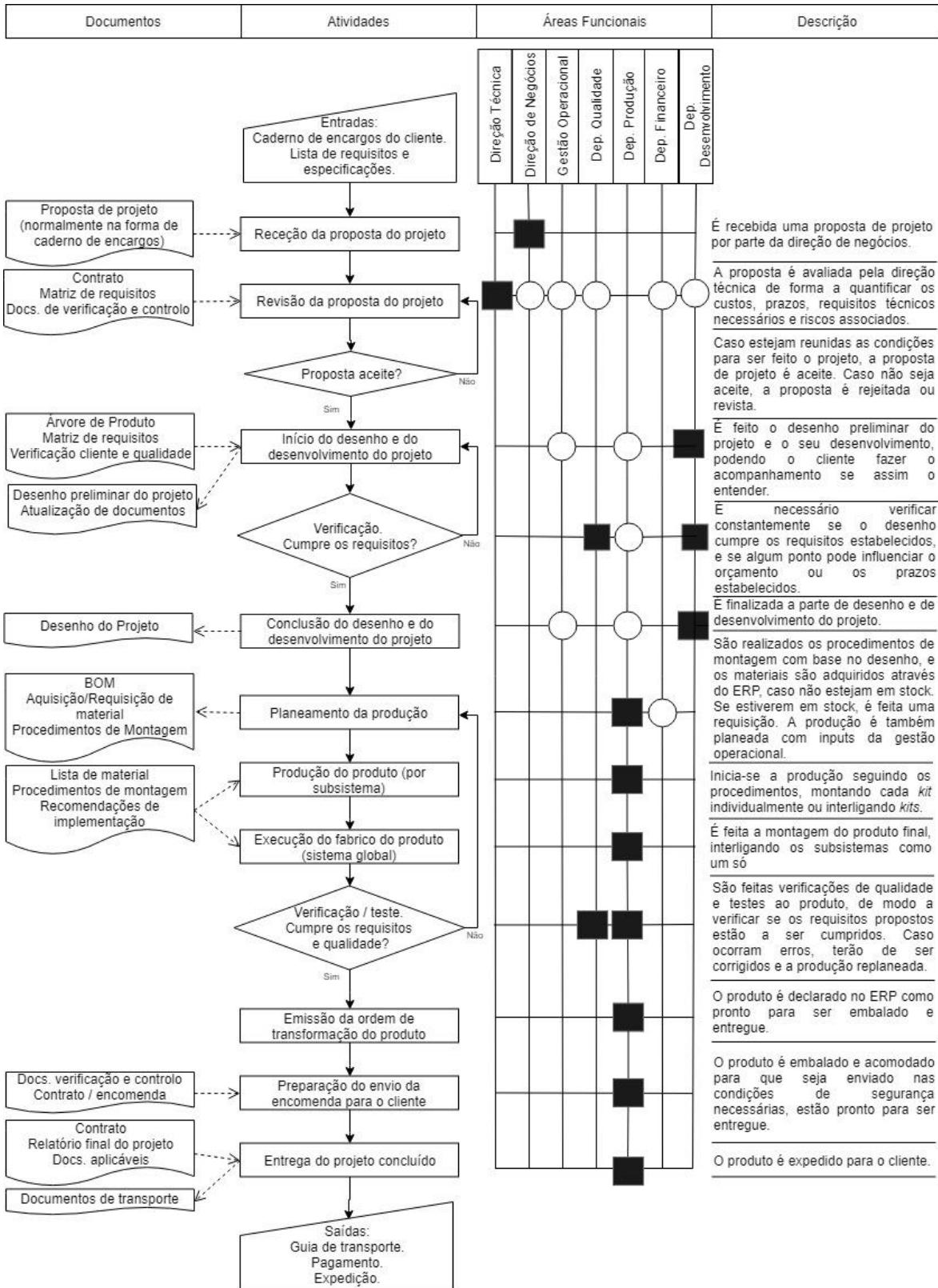


Figura 11 - Diagrama representativo do processo do ciclo produtivo

As propostas de projeto que chegam à EVOLEO, são recebidas através da direção de negócios, que é responsável pela promoção e marketing da empresa. Normalmente as propostas são recebidas do cliente sob a forma de caderno de encargos, onde são expostos os serviços pretendidos, algumas especificações técnicas e os requisitos obrigatórios que a EVOLEO tem de seguir, como por exemplo prazos a cumprir.

As propostas são então analisadas pela direção técnica, juntamente com a direção de negócios, a gestão operacional, o departamento financeiro e o departamento de desenvolvimento. Vários fatores são considerados, como a capacidade de desenvolvimento e produção da EVOLEO, a fim de averiguar se o projeto é realizável em tempo útil, com os recursos que a empresa dispõe nas suas instalações, assim como o risco associado ao projeto em questão. Pode existir alguma incerteza relativamente ao que o cliente pede, o que pode levar a que ocorram alterações posteriores, durante o desenvolvimento do projeto ou na sua produção, que influenciem o orçamento ou tempo de entrega, fazendo com que o risco do projeto seja acrescido.

Caso a proposta não seja aceite, pode ser revista de modo a alterar algumas condições, ou é simplesmente rejeitada. Caso esta seja aceite, é então enviada uma proposta da EVOLEO para o cliente, sob a forma de caderno de encargos, para este analisar a resposta da EVOLEO ao seu projeto proposto. Se tudo estiver dentro do previsto, a proposta é aceite.

É então feita uma reunião de *kick off* interna, organizada pela gestão técnica, pelo RT do projeto e pelos TL, onde são compilados todos os requisitos aplicáveis do projeto, analisados os planos de qualidade, de desenho, desenvolvimento e validação, sendo emitidos alguns documentos de verificação e controlo. Os requisitos são avaliados pelas diferentes equipas, que atribuem a alocação de tarefas aos respetivos colaboradores de cada equipa. O PA junta todos os requisitos, e cada equipa técnica analisa os requisitos das outras a fim de ver se lhe são aplicáveis. Caso existam requisitos em falta, cada equipa comunica ao responsável técnico do projeto.

No fim da averiguação dos requisitos, os planos de qualidade, desenho, desenvolvimento e validação são atualizados, e é obtida uma árvore de produto preliminar. Se o cliente pretender, também pode ser informado sobre estes dados. As equipas analisam então os conceitos, revêm os documentos e podem então começar o desenho e desenvolvimento.

No início do desenho do produto, as equipas criam um desenho preliminar do sistema como um todo, dando depois enfoque aos subsistemas identificados na árvore de produto preliminar, com o objetivo de garantir coerência, exequibilidade e redução de risco do projeto. São gerados documentos preliminares de desenho, onde são apresentados alguns diagramas e análises ligeiras sobre algumas funcionalidades dos subsistemas, ficando algumas soluções pendentes.

O desenho preliminar tem em conta a utilização de materiais que existem em *stock* ou que já estejam codificados numa lista presente na base de dados, mas nem sempre isto acontece, o que pode acarretar custos adicionais e atrasos de materiais para aquisição, influenciando a produção da EVOLEO. Existe uma lista onde estão descritas as famílias dos produtos existentes, como está exemplificado na Figura 12, que auxilia as equipas de desenho na procura dos materiais.

Familias componentes/equipamentos EVOLEO				
	Familia	Sub-Familia	Sub-Familia 2	
C	PROD COMPONENTS			
C		A Passive Components		
C			1 Capacitors - Ceramic	
C			2 Capacitors - Tantalum	
C			3 Capacitors - Electrolytic	
C			4 Capacitors - Variable	
C			5 Antennas	
C			6 Filters and EMC / RFI Suppression	
C			7 Filters	
C			8 Inductors, Chokes & Coils	

Figura 12 - Exemplo da tabela de divisão de códigos em famílias de produtos

Durante o desenho preliminar são sempre verificados os requisitos e atualizados todos os documentos de controlo, para se poder avançar para o desenho detalhado. No final do desenho preliminar é feito um enfoque ao detalhe de todas as soluções de desenho que sejam necessárias para cumprir os requisitos do desenho detalhado, sendo que não podem ficar mais soluções pendentes. É gerado o desenho final, com os procedimentos, os esquemas e as análises técnicas completas de performance, que sustentem o que vai ser produzido ou adquirido. Se tudo for bem-sucedido, o projeto avança e há autorização para o investimento em materiais e para a produção.

Antes da produção, o RT pode apresentar ao cliente o estado do projeto a implementar. São assim verificados os procedimentos, e é iniciada a produção interna dos subsistemas, que

após a sua montagem são integrados seguindo o esquema da árvore de produto. Ao longo da produção são sempre feitas verificações de requisitos e testes, sendo que se houver qualquer não conformidade, esta deve ser corrigida ou reportada, pois não devem ficar requisitos por verificar. Caso existam erros ou discrepâncias, volta-se para a preparação da produção. No fim da produção é emitido um pacote final com toda a documentação, incluindo relatórios de teste, de acordo com o que foi efetivamente implementado.

Em paralelo com a produção, existe o processo de gestão de *stock*, que influencia diretamente a produção. Em auxílio dessa gestão é utilizado um *Enterprise Resource Planning* (ERP), onde estão registados todos os códigos de materiais já utilizados, onde se pode verificar todo o material que existe em *stock*, onde podem ser feitas as aquisições de material que não existe, entre outras tarefas.

Após a produção é emitida uma ordem de transformação, que indica que o produto está concluído e não vão haver mais alterações. Este é preparado para o seu envio, embalado da forma mais conveniente, adequadamente adaptado ao transporte escolhido e ao armazenamento previsto no cliente. São também emitidos os documentos de transporte necessários à entrega do equipamento.

Após o transporte para o cliente existe uma verificação para saber se não houve danos durante a deslocação, e, se aplicável, é efetuado um teste rápido de operacionalidade mecânica e elétrica.

Com o equipamento no cliente, e na presença deste, são feitas verificações do equipamento, das suas funcionalidades e da sua performance esperada. É também feita uma formação do cliente sobre o modo de operação do equipamento, e é recebida a aceitação escrita de comissionamento bem-sucedido por parte do cliente, passando a responsabilidade para este.

O projeto é então encerrado, e toda a documentação é arquivada.

3.3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

O sistema produtivo da EVOLEO é caracterizado com base nos pedidos variados por parte dos seus clientes, que definem as especificações dos produtos que pretendem para satisfazer as suas necessidades. Quanto ao processo de relação com o cliente, o processo produtivo da EVOLEO é caracterizado como engenharia por encomenda, onde é o cliente

que fornece as especificações e é a empresa que concebe, aprovisiona, fabrica, monta e entrega o produto final.

O processo produtivo da EVOLEO é por isso classificado quanto à implantação como implantação por projeto, terminologia que é utilizada para designar o tipo de processo onde são produzidos vários artigos com alta diversidade, normalmente produzidos em quantidades unitárias ou em pequenas quantidades, de custo elevado, adequado a mudanças contínuas. Tem para isso um processo flexível e vocacionado para satisfazer os pedidos de acordo com certas especificações pedidas pelo cliente. Uma vez que existem muitas variações em termos de materiais e especificações, é muito difícil padronizar os processos produtivos neste tipo de processo.

Existe por isso:

- Baixa sistematização de operações, pois é difícil estabelecer uma cadência de operações e uma uniformização. Existem muitos tempos incertos e variáveis, desprovidos de automatização;
- Elevado peso de armazenamento, visto que que podem existir vários projetos a ser produzidos em simultâneo com características bastante diferentes em termos de materiais utilizados;
- Elevada especialização do produto relativamente aos equipamentos existentes. As ferramentas utilizadas não são altamente especializadas e realizam operações básicas, comparando com o produto final que é bastante complexo;
- Alta qualificação dos operadores com base na multidisciplinaridade de produtos produzidos;
- Baixa produtividade, uma vez que existem muitos tempos em que a empresa não está a produzir, ou porque quem produz está à espera de materiais ou porque está dependente do trabalho de outros departamentos;
- Alta complexidade de gestão, sobretudo gestão operacional, com o fim de controlar vários projetos em simultâneo e alocar os recursos humanos disponíveis para cada projeto.

A complexidade dos produtos produzidos na EVOLEO, leva a que tenha de existir um planeamento da produção rigoroso. Existem projetos que têm uma duração de 3 meses, como existem projetos com duração de 3 anos. Torna-se difícil encontrar um equilíbrio entre projetos, com a finalidade de encontrar um *template* de produção que possa ser transversal a todos. As tarefas específicas são concebidas caso a caso com durações incertas.

Relativamente ao tipo de gestão da EVOLEO, o *stock* de materiais é baixo (só se compra para produzir de propósito), sendo que a sua movimentação também é baixa.

O processo produtivo da EVOLEO é muito influenciado pelo processo de desenho e desenvolvimento do projeto e pelo processo de gestão de *stock*. O facto de não existirem produtos *standard*, de existir uma grande variedade de materiais para escolha, e sobretudo de não existirem processos *standard*, que até possam ser transversais a vários projetos (sabendo que alguns apresentam especificações semelhantes), faz com que a gestão da produção não seja fácil de realizar. Projetos com características diferentes implicam que a gestão seja feita caso a caso.

3.3.1. DESCRIÇÃO DAS ÁREAS PRODUTIVAS

A EVOLEO apresenta duas áreas de produção física, que estão divididas conforme o tipo de operações que são realizadas.

Existe uma área de laboratório, que serve para realizar operações de dimensões reduzidas como montagem de ligações elétricas, assemblagem de quadros elétricos, realização de microsoldaduras, inspeção e testes de *printed circuit boards* (PCB), entre outros testes. A empresa tem à sua disposição, neste laboratório, diversos equipamentos que são utilizados para esses efeitos. O seu layout está representado na Figura 13.

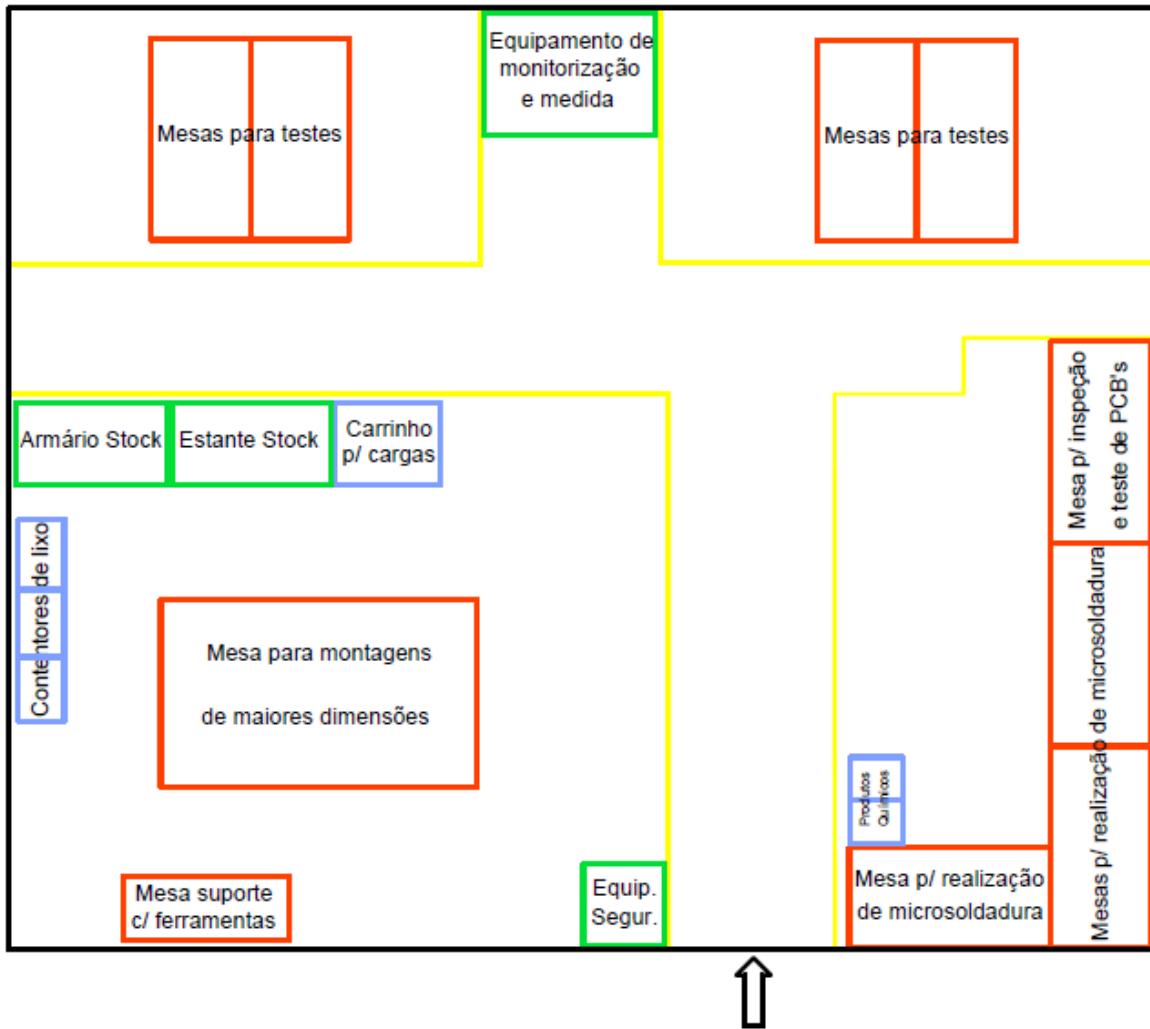


Figura 13 - Planta da área do laboratório de testes

Os equipamentos presentes no laboratório de testes estão representados nas Figuras 14 e 15, que também mostram como está feita a disposição das áreas de trabalho.



Figura 14 - Área de montagens elétricas e testes do laboratório da EVOLEO

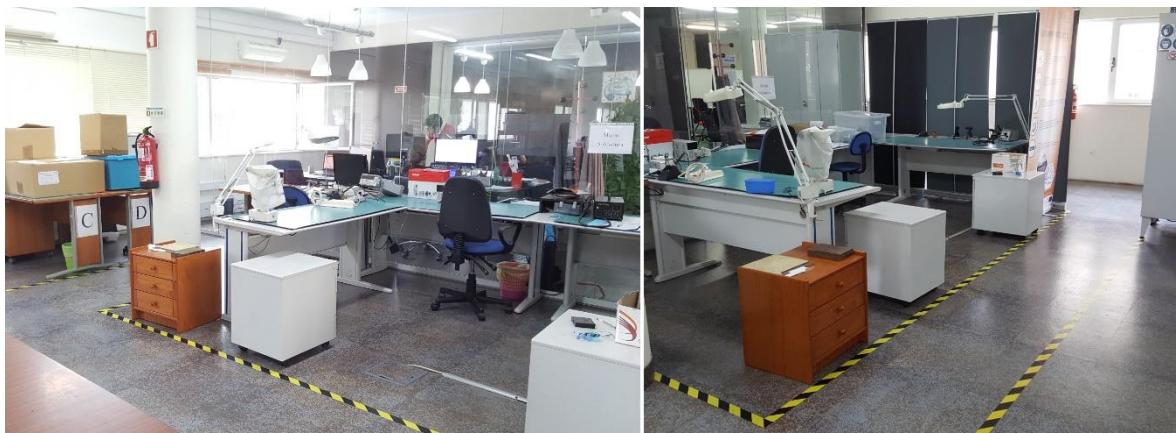


Figura 15 - Área de microsoldaduras e testes de PCB's

Tem também nas suas instalações uma oficina de montagem, dividida em duas secções. Uma das áreas é dedicada a operações de metalomecânica, composta por máquinas e ferramentas que realizam operações de:

- Corte e dobra de tubos metálicos;
- Furação de estruturas metálicas;
- Serragem;
- Polimento de materiais;
- Lubrificação de estruturas;
- Soldadura de materiais;
- Aparafusamento de estruturas.

Como a produção da EVOLEO não é um trabalho em série e contínuo, as máquinas estão distribuídas pela oficina, o que permite uma maior flexibilidade.

Nesta mesma área também são feitas algumas montagens mecânicas e testes de maiores dimensões, comparativamente aos que são feitos no laboratório. Para isso tem no chão duas áreas divididas por linhas, para ser possível realizar os testes, delimitando assim o espaço de trabalho. É composta também por um armário contendo ferramentas e

equipamentos de proteção individual (EPI), um armário contendo material de limpeza e outro apenas com EPI.

A outra área é a área de montagem, onde é feita a assemblagem de equipamentos de maiores dimensões. Quando o produto é expedido, é mais fácil que este esteja na oficina de montagem, pois assim é possível carregar o produto para a transportadora. De outra maneira era impossível transportar o produto. Para isso, a área de montagem tem à sua disposição uma grua e um porta-paletes. Tem ainda duas mesas de apoio à produção no momento da montagem, onde é possível colocar os KIT e algum material em espera.

Além disso, esta área tem 4 pequenas áreas divididas por linhas no chão, que indicam vários locais de assemblagem onde as máquinas podem estar a ser montadas. O layout da área total da oficina está representado na Figura 16.

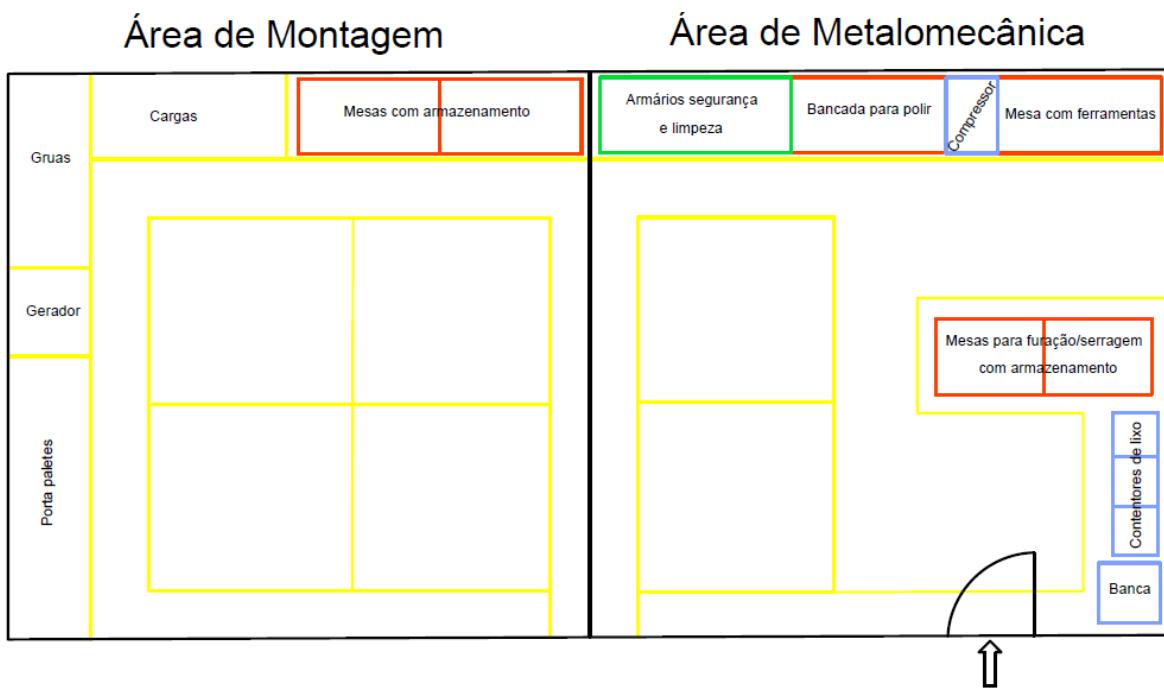


Figura 16 - Planta da oficina de montagem

Nas Figuras 17 e 18 está representa a área de montagem, enquanto nas Figuras 19 e 20 está representada a área de metalomecânica.



Figura 17 - Área de montagem da oficina da EVOLEO - 1



Figura 18 - Área de montagem da oficina da EVOLEO - 2



Figura 19 - Área de metalomecânica da oficina da EVOLEO - 1



Figura 20 - Área de metalomecânica da oficina da EVOLEO - 2

3.4. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE GESTÃO DE STOCK E COMPRAS

Como já foi mencionado na descrição do processo do ciclo produtivo, em paralelo com o processo produtivo, existe o processo de gestão de stock, que influencia diretamente a produção. Este processo está exemplificado na Figura 21.

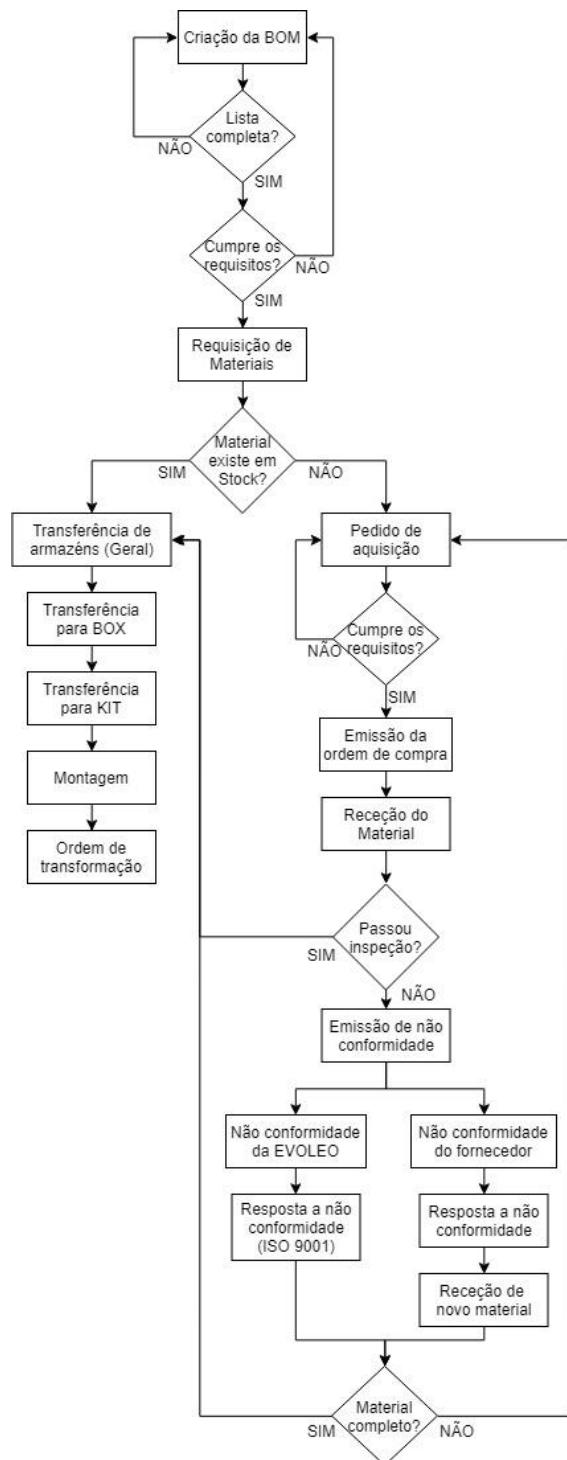


Figura 21 - Fluxograma representativo do processo de gestão de stock

Após ser concluído todo o processo de desenho e desenvolvimento, é altura da equipa de produção pegar no que foi desenvolvido, nas *bills of materials* (BOM's) que foram criadas pelas equipas de engenharia e criar a BOM geral.

Cada BOM, realizada em *Microsoft Excel*, tem um *template* onde estão presentes:

- Código do material segundo a base de dados da EVOLEO;
- Descrição do material;
- Fabricante e fornecedor, com as respetivas descrições;
- Quantidade de materiais por cada subsistema e quantidade no projeto total;
- Quantidade existente em *stock*;
- O custo e tempo de entrega estimados;

É verificada se a lista está completa e se cumpre os requisitos (especificações técnicas e orçamento). Se tudo for aprovado, é feita uma ordem de requisição dos materiais que estão na BOM utilizando o ERP.

Se os materiais já estiverem em *stock*, são transferidos para as caixas dos projetos, chamadas de BOX e posteriormente para as caixas de cada subsistema individual, denominadas de KIT, estando por isso prontos para a produção/montagem.

Caso os materiais não existam em *stock*, é feito um pedido de aquisição destes ao departamento financeiro, igualmente através do ERP. Este departamento trata de escolher quais serão os fornecedores com base nos custos, tempo de entrega, quantidades requisitadas e método de pagamento. Se, após essa análise, o pedido de aquisição cumprir os requisitos, é emitida a ordem de compra dos materiais, com autorização da gestão técnica.

Após a receção do material, é feita uma inspeção. Se o material passar a inspeção, é transferido para o armazém, para poder ser transferido para as BOX e continuar o processo descrito acima.

No caso de o material não estar conforme com o que era pedido, é emitida uma não conformidade, que pode ser dividida em dois tipos. A não conformidade pode ser por culpa da EVOLEO, que emitiu um pedido de compra errado, ou enviou um desenho com características erradas para o fabricante. Em resposta à não conformidade da EVOLEO, poderá ser necessário efetuar uma nova requisição ou então pode ser feita uma alteração com poucos custos. Todas as não conformidades são registadas.

Se a não conformidade ocorrer por culpa do fornecedor, este tem de dar uma resposta, que pode ser resolvida enviando o material correto ou retificar o enviado anteriormente.

Após receber o material correto, este é inspecionado e se for aprovado é transferido de armazéns para depois repetir o processo e estar pronto para a montagem.

3.4.1. DESCRIÇÃO DO ARMAZÉM

O armazém, representado na Figura 22, tem uma área de aproximadamente 15 metros quadrados.



Figura 22 - Armazém da EVOLEO

Na estante representada à esquerda da figura, são armazenados os materiais presentes em stock geral, ou seja, que não estão associados a nenhum projeto. Cada caixa preta (anti-estática) tem uma localização (*spot*), que está associado aos materiais no ERP, de modo a que estes estejam acessíveis e fáceis de encontrar para a produção.

Na estante do lado direito estão armazenados os arquivos dos projetos já realizados, alguma documentação, as BOX dos projetos que estão em curso, os KIT dos mesmos, e alguns produtos acabados que ficaram arquivados ou que esperam reparação.

Tem também uma mesa de apoio onde é possível aceder ao ERP, e conta também com um servidor informático e com algumas caixas de armazenamento de materiais mecânicos.

A sua planta está representada na Figura 23.

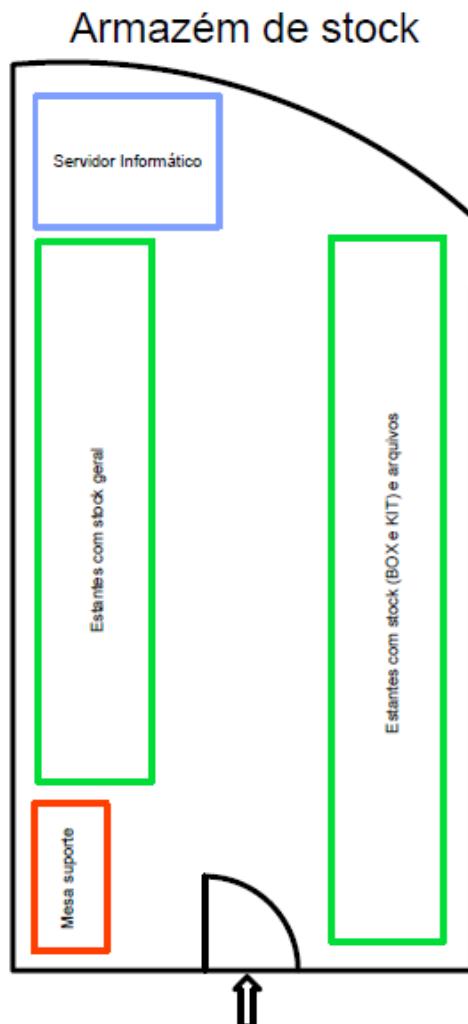


Figura 23 - Planta do armazém

3.4.2. DESCRIÇÃO DO ERP UTILIZADO

O processo de gestão de *stock* funciona apoiado num ERP desenvolvido pela empresa *Logiberica*. Nesse ERP é possível efetuar várias operações, como por exemplo:

- Requisição de material;
- Aquisição de material;
- Consulta, ter a informação de uma base de dados com as referências do *stock* atualizado;
- Verificação do histórico de material utilizado em projetos já concluídos;
- Ter informação sobre os fornecedores;
- Registo de inspecções do material;

Apesar de o ERP utilizado ser suficiente para as necessidades dos projetos da EVOLEO, apresenta algumas limitações. A criação das BOM's é manual, os processos são muito demorados, acontecem muitas falhas e os processos de aquisição são muito complexos. É um ERP bastante incompleto, sendo que não tem a possibilidade de realizar gráficos de *Gantt* para o controlo de projetos, ferramenta que poderia ser útil para a gestão e controlo de projetos.

4. PROBLEMAS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA

Após a análise dos processos da empresa, foi feita uma descrição dos problemas que poderiam ser resolvidos, para cada área ou processo, apresentando algumas soluções que foram implementadas e outras que foram apenas propostas.

O objetivo é implementar várias mudanças, que induzam a comportamentos de uma melhoria contínua, por mais pequena que a mudança seja.

Mesmo pequenas mudanças, como a eliminação de qualquer atividade desnecessária no processo de fabrico que traga custos indiretos, pode originar uma redução de desperdícios, como tempo, energia, material e erros.

4.1. ORGANIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PRODUÇÃO

Com o propósito de criar um ambiente de trabalho propenso à sua adequada utilização, numa visão de melhoria contínua, é imprescindível a aplicação da metodologia 5S.

Analizando as áreas de trabalho acima mencionadas, e os métodos de trabalho dos operadores, foi feito um levantamento de vários problemas existentes que poderiam ser resolvidos, ou pelo menos reduzidos.

São esses problemas:

- Excesso de ferramentas, muitas vezes duplicadas. A existência de material em excesso e duplicado nas bancadas de trabalho vai contra os princípios dos 5S, que representa isto como um tipo de desperdício. Muitas das ferramentas representadas nas Figuras 24 e 25 não têm qualquer utilidade para as operações realizadas na empresa.



Figura 24 - Ferramentas em excesso (quadro vermelho)

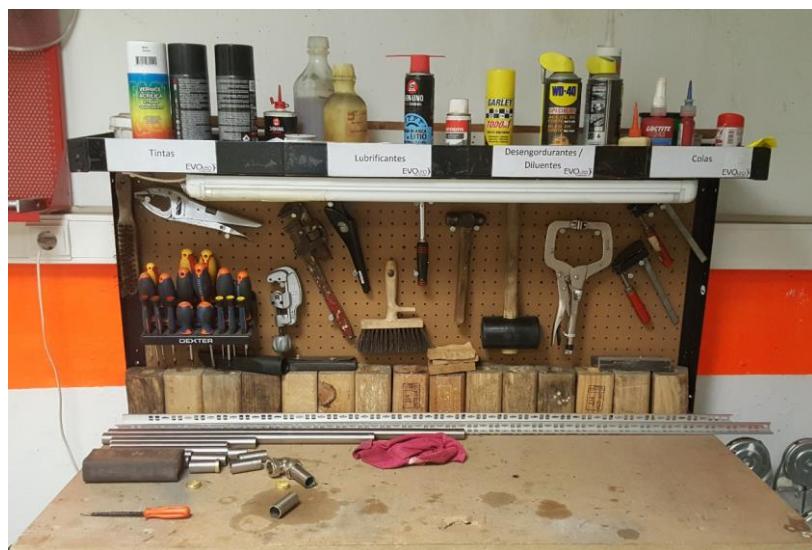


Figura 25 - Ferramentas em excesso (mesa castanha)

- Falta de arrumação de alguns materiais. Na Figura 26 é possível verificar que existem vários materiais (chapas, tubos plásticos e metálicos) que estão arrumados sem ordem nem identificação. Acontece muitas vezes os operadores tropeçarem nos tubos metálicos colocados no chão quando vão realizar alguma operação nas bancadas de trabalho.



Figura 26 - Material sem arrumação

- Falta de organização de materiais no momento da montagem. Os operadores têm como prática colocar os materiais em cima da mesa, com as respectivas referências coladas na mesa. O risco de haver mistura ou de desorganização é elevado, como é possível constatar na Figura 27.

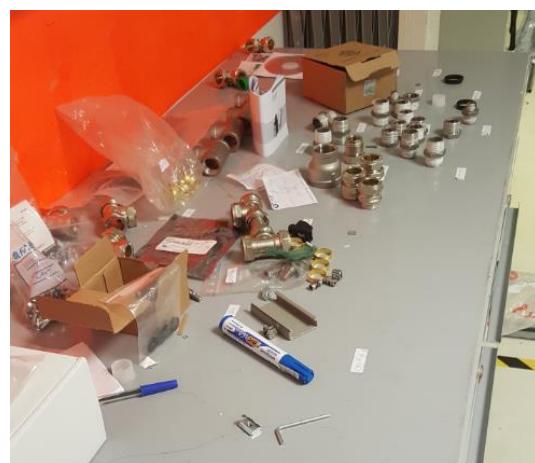


Figura 27 - Material desorganizado no momento de montagem

- Falta de identificação e etiquetagem de ferramentas e prateleiras. Este problema tem influência no tempo de processamento do operador. Melhor identificação significa maior rapidez na procura das ferramentas necessárias para realizar cada operação. Na Figura 28 está representado um armário, que na porta tem colocada a identificação do layout das prateleiras. No entanto, esse layout muitas vezes não é cumprido por falta de identificação das prateleiras. O mesmo acontece nas bancadas de trabalho, onde as ferramentas são colocadas onde existir espaço livre, sem ordem nem critério.



Figura 28 - Falta de etiquetagem e identificação

- Falta de limpeza das áreas de trabalho. As bancadas e as áreas de trabalho apresentam muitas vezes resto de peças, lixo e sujidade, o que pode levar a que a qualidade do produto final diminua ou ocorram defeitos. Não existe muita preocupação com a limpeza assídua das áreas de trabalho. Na Figura 29 está representado um exemplo, neste caso a superfície do carrinho de ferramentas de apoio, após vários dias de trabalho sem ser limpo e arrumado.

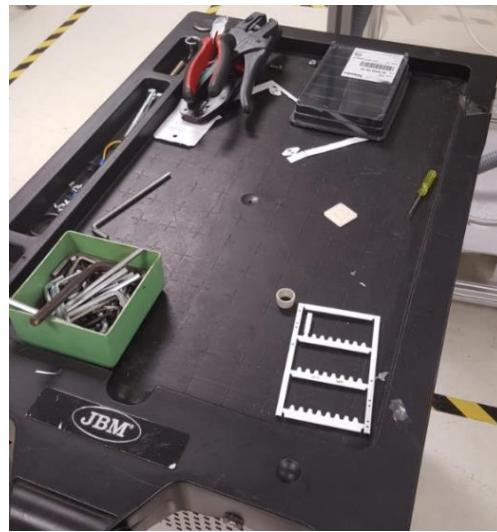


Figura 29 - Falta de limpeza

- Mau aproveitamento de algumas áreas de trabalho, aliada à incorreta disposição e utilização de algum mobiliário existente. Existem na área de montagem demasiadas divisões que não são necessárias, podendo essa área ser aproveitada. Na área de metalomecânica, o armário da limpeza era demasiado grande para aquilo que era necessário, e o contentor de vidro é desnecessário pois não é produzido lixo de vidro na oficina. A disposição das mesas de furação e serragem não permite as melhores condições de trabalho, uma vez que a sua proximidade à parede impede que os tubos de maior dimensão sejam perfurados ou cortados.
- Falta de luminosidade. Apesar de em cada uma das áreas existirem 4 armaduras quadradas presas ao teto, a luminosidade não era suficiente, uma vez que para certas zonas a presença do operador fazia sombra e impedia as melhores condições de trabalho.
- Ferramentas velhas. Muitas das ferramentas utilizadas encontravam-se desgastadas e com defeitos, que poderiam proporcionar erros nas operações de fabrico.
- Falta de meios de comunicação entre a oficina e os outros departamentos. A inexistência de um meio de comunicação entre a oficina e os outros departamentos obrigava por vezes a deslocações desnecessárias e muita perda de tempo de produção.

- Localização da tomada trifásica para testes. Na zona de metalomecânica está colocada uma tomada trifásica que permite testar o funcionamento das máquinas de grandes dimensões produzidas na EVOLEO. Uma vez que a zona de teste principal é a área de montagem, a tomada poderia ser deslocada para essa área, reduzindo a distância e o tempo de deslocamento.

Segundo a metodologia dos 5S, todos estes problemas na oficina de trabalho levam a desperdícios e com isso a custos indiretos.

Relativamente ao laboratório de testes, após ter sido feita uma análise semelhante àquela que foi realizada na oficina de trabalho, constatou-se que as condições de trabalho nesta área não influenciam negativamente a produção, e por isso não requerem mudanças. A distribuição das mesas de trabalho é adequada e está bem identificada, assim como a organização dos armários e dos materiais presentes. As ferramentas são atualizadas, nas quantidades certas, e uma vez que o laboratório é um espaço amplo e bem iluminado por luz natural e artificial, as condições de trabalho são as ideais.

4.1.1. OPORTUNIDADES DE MELHORIA NAS ÁREAS DE PRODUÇÃO

Para os diferentes tipos de problemas encontrados na oficina de trabalho, foram encontradas as soluções que se acham ser as mais adequadas.

Relativamente ao excesso de ferramentas, foram descartadas praticamente todas as ferramentas presentes no quadro vermelho, uma vez que não eram necessárias para nenhum tipo de operações. As ferramentas colocadas na mesa de trabalho castanha foram mantidas porque se achou que a sua utilização seria mais regular. Esta medida reduziu para metade todas as ferramentas que estão à vista do utilizador, sendo que, para operações mais básicas, o tempo de procura de ferramentas seria igualmente reduzido. (Figura 30).



Figura 30 - Redução do número de ferramentas utilizadas

Para os materiais de maiores dimensões que estavam colocados no chão ou encostados a um canto, foi arranjada uma área para os situar, ou, para o caso dos tubos metálicos, foram colocados debaixo das bancadas de trabalho, permitindo que estejam protegidos e não interfiram com os movimentos dos operadores (Figura 31).



Figura 31 – Nova localização dos materiais de maior dimensão

Para solucionar o problema da desorganização das bancadas de trabalho, foi sugerida a aquisição de pequenas caixas com separadores, onde os operadores podem colocar os materiais em espera, podendo ainda identificá-los, não correndo o risco de misturas ou danos, privilegiando a organização e a gestão visual. Seriam adquiridas 12 caixas que seriam colocadas sob as mesas, bem com um conjunto de caixas com arrumação que seriam fixas na parede, aproveitando o espaço vertical.

Para melhor identificação das ferramentas, foi feita a sua etiquetagem, a dos armários, das prateleiras, da localização de certos objetos e das bancadas de trabalho, de modo a que tudo ficasse mais claro. As ferramentas que estavam registadas na lista de códigos da EVOLEO e que não estavam devidamente identificadas, foram também etiquetadas. Todas estas alterações estão representadas na Figura 32.

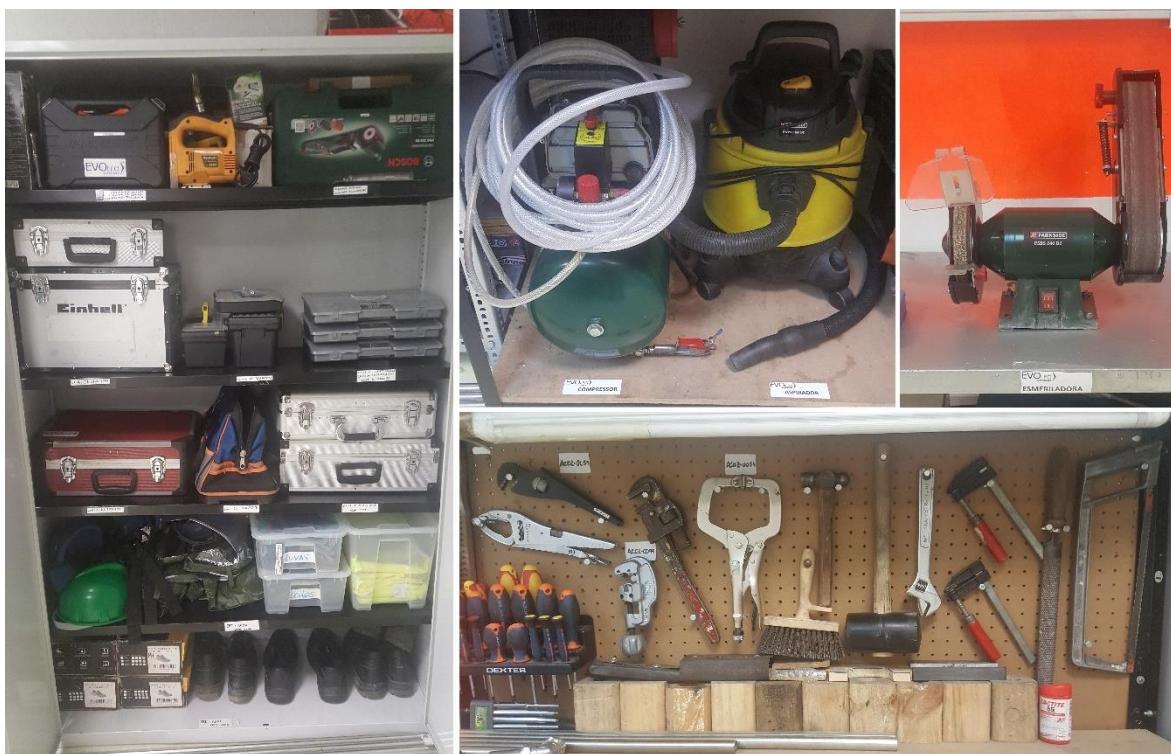


Figura 32 - Etiquetagem das ferramentas e da sua localização

Para que as normas sejam sempre cumpridas, foi colocado na oficina um pôster com uma mensagem alusiva aos 5S (Anexo A), como demonstra a Figura 33. A vantagem deste pôster é que permite ao utilizador estar ciente de que deve manter sempre as boas práticas de utilização das áreas de trabalho, procurando sempre a melhoria. Por baixo deste pôster, estão colocadas as medidas de segurança que já existiam na oficina da EVOLEO.



Figura 33 - Colocação do póster alusivo aos 5S

O armário da limpeza foi removido, pois havia possibilidade de colocar os utensílios de limpeza noutras zonas, e assim rentabilizar espaço. O contentor de lixo respetivo ao vidro foi também retirado, pois este é um recurso que não é utilizado na produção da EVOLEO (Figura 34). As mesas de furação e serragem foram colocadas no centro da área de metalomecânica, de modo a ser possível realizar as operações de maneira mais simples e correta, evitando constrangimentos por estas estarem colocadas ao lado de uma parede (Figura 35). Isto impedia que algumas operações (corte e furação de tubos metálicos) fossem realizadas nas melhores condições. Outros móveis foram realocados de sítio, pois conclui-se que assim os operadores teriam de percorrer menos distâncias para começar a trabalhar e menos movimentos durante as operações de deslocamento.



Figura 34 - Colocação do material de limpeza



Figura 35 - Área de metalomecânica (após aplicação dos 5S)

Uma vez que a EVOLEO não produz muito projetos de grandes dimensões em simultâneo, alterou-se o layout das linhas no chão da oficina de montagem. Passaram a haver 3 áreas de maiores dimensões no lugar das 6 áreas que já existiam. Isto permite ao operador um maior espaço de trabalho em cada zona, impedindo que este possa interferir com projetos que estejam a decorrer nas outras áreas (Figura 36).



Figura 36 - Área de montagem da oficina de produção (após aplicação dos 5S)

O corredor de passagem passou a existir apenas à volta do espaço, sendo que o que existia entre as áreas de trabalho e as bancadas foi removido. A nova planta com a disposição dos móveis e das máquinas está representada na Figura 37.

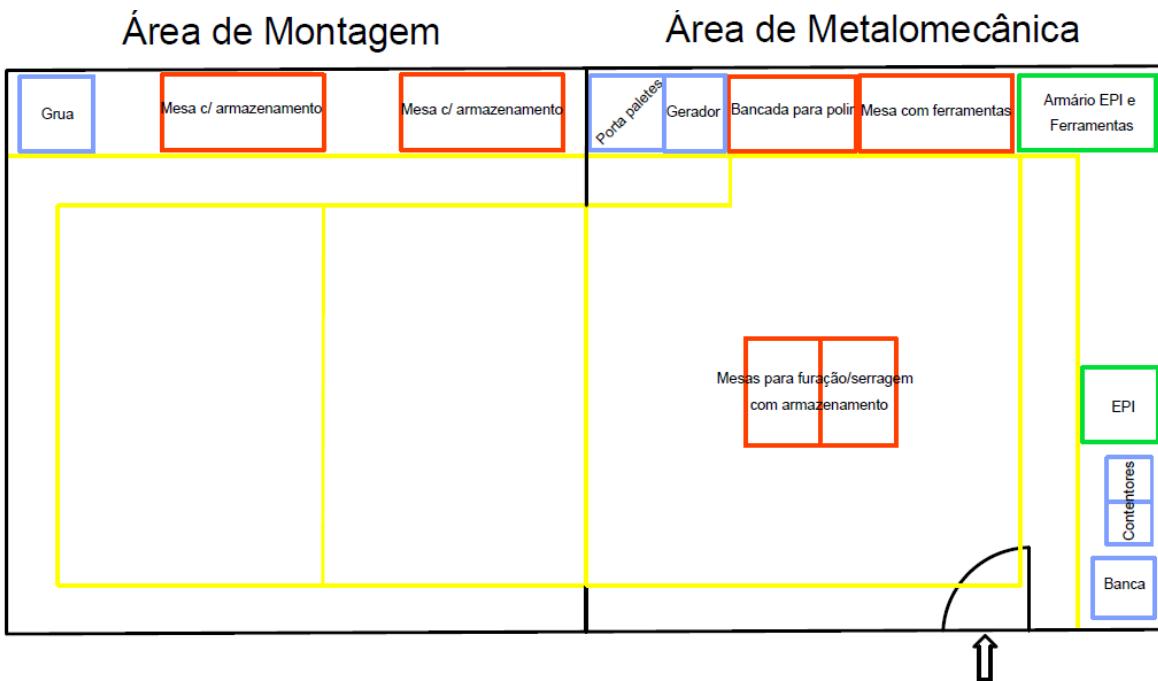


Figura 37 - Nova planta da oficina de produção

Para melhorar a luminosidade da principal bancada de trabalho, foi colocada por cima da mesma uma armadura de luz (Figura 38), permitindo assim excelentes condições de visualização para os operadores.



Figura 38 - Armadura de luz

O facto de existirem muitas ferramentas em condições degradadas pode-se traduzir na produção de um produto com defeitos. É por isso sugerida a aquisição de novas ferramentas, sobretudo ferramentas de corte e de polimento.

Para facilitar a comunicação entre os diversos departamentos e a oficina da EVOLEO foi instalado um telefone ligado à rede interna. A redução do tempo perdido para comunicar com a oficina foi bastante significativa, e sem custos, uma vez que o telefone já existia, mas estava desconectado e sem ligação.

Quanto à tomada trifásica, esta foi colocada na área de montagem, para evitar que os operadores percorressem maiores distâncias até à outra área para testarem as máquinas. Não teve custos de mudança, uma vez que apenas foi deslocada ao longo de uma calha elétrica que existe colocada ao longo de toda a extensão da parede. Tanto a localização do telefone como a da tomada trifásica estão indicadas na Figura 39.



Figura 39 - Tomada trifásica e telefone

4.2. GESTÃO DE STOCK E GESTÃO FÍSICA DO ARMAZÉM

Um dos problemas que mais afeta a produção é o excesso de *stock*. Este problema influencia a duração e o custo dos projetos, tendo por isso de ser minimizado. A razão de haver um excesso de *stock* na EVOLEO prende-se com o facto de existir uma multidisciplinaridade de produtos produzidos, com requisitos diferentes. De todo o material que é adquirido, muitas vezes pode acontecer que sobrem algumas unidades. Essas unidades por vezes são adquiridas espontaneamente para um projeto específico, sendo que se sobrarem, ficam acumuladas em armazém durante muito tempo, podendo mesmo não voltar a ser utilizadas para nenhum outro projeto. No momento da aquisição de

materiais, existem situações onde são pedidas unidades em excesso para o caso de existirem problemas na produção, e, se esses materiais não forem utilizados, ficam acumulados em *stock*.

O aumento de material em *stock*, faz com que aumente também a lista de códigos que é criada. A lista é tão extensa (tendo inicialmente cerca de 6000 referências), que no momento do desenho se torna demasiado trabalhoso para as equipas procurarem que material existe em *stock*, perdendo muito tempo nessa tarefa. Para além disso não existe um procedimento *standard* que obrigue as equipas de desenho a utilizar sempre os mesmos materiais. Na criação das BOM's acontece o mesmo problema, é perdido muito tempo devido ao excesso de códigos, sendo que, para além disso, o processo de criação é todo manual, por causa das características do ERP.

Acontece também que muitas dessas referências não têm fornecedor ou fabricante associado, ou não estão bem identificadas nem apresentam localização no armazém, o que obriga a, no momento da compra de materiais, se ter de repetir os processos de procura de fornecedores e fabricantes, quando já podia estar tudo padronizado.

O armazém tem por isso muitos materiais em excesso, alguns até obsoletos, que ocupam espaço e dificultam a tarefa de recolha de material para produção.

Um exemplo muito claro disso são os fios elétricos, representados na Figura 40. Chegam a existir cerca de 10 referências para fios com as mesmas características e capacidades, apenas tendo cores diferentes. Uma vez que não existe necessidade de ter tantas referências para fios (apenas seria benéfico para um melhor controlo visual), e se o número de tamanhos também fosse reduzido (um fio de diâmetro mais elevado pode aguentar com correntes mais baixas), diminuiria o *stock*, aumentaria o espaço útil, e tornava o acesso aos materiais muito mais prático. O mesmo acontece para os terminais dos quadros elétricos, para parafusos, cabos, disjuntores, fusíveis, conectores, entre outro tipo de materiais.



Figura 40 - Distribuição de fios elétricos no armazém da EVOLEO

Para além disso, as estantes estão mal aproveitadas, tendo demasiado espaço útil vazio. Existem também alguns problemas de etiquetagem defeituosa, como é visível na Figura 41. Nesta figura, na prateleira de cima as caixas ocupam a totalidade da sua extensão, mas estão etiquetadas com defeitos, enquanto que na prateleira de baixo a etiquetagem está visível, mas as caixas não estão a aproveitar a totalidade da prateleira.



Figura 41 - Etiquetagem defeituosa (cima) e mau aproveitamento das prateleiras (baixo)

4.2.1. OPORTUNIDADES DE MELHORIA NO ARMAZÉM E NA GESTÃO DE STOCK

Com a finalidade de tornar o armazém mais eficiente e otimizar toda a gestão de stock envolvente, foram necessárias efetuar algumas mudanças. Foi analisada a lista de códigos

existentes, e consequentemente feita uma lista de material *standard*, contendo os códigos mais utilizados para os projetos realizados nos últimos 2 anos, com um uso mínimo de até 10 unidades. As referências diminuíram de 6000 para 700 unidades. A lista foi ainda dividida em material mecânico, elétrico e eletrónico, para melhor compreensão e acessibilidade. Por ainda conter um número elevado de referências, e por existirem nessa nova lista muitos materiais que seriam muito semelhantes, e poderiam, com alterações de desenho (desde que não prejudicassem os requisitos), ser substituídos por outros com um tamanho ou especificação *standard*, a lista foi novamente analisada juntamente com as equipas de desenho e desenvolvimento.

Esta medida de criação da lista *standard* (Anexo D) permitiu que a lista de códigos anterior fosse reduzida, diminuindo também o tempo de procura de alguns materiais *standard* para o desenho. O objetivo era tentar saber quais os materiais mais utilizados, para que a sua aquisição fosse de rápido acesso, e para que estes materiais estejam sempre em *stock* com uma quantidade recomendada definida na lista, assim como uma quantidade mínima que sirva como alerta para quando for necessário comprar (valores definidos pelas equipas de produção e engenharia). Os artigos que têm como valor de unidades recomendadas “0”, são artigos que serão utilizados, mas que não são necessários ter em *stock*. Por motivos de confidencialidade, o documento original foi alterado para ocultar o nome dos fornecedores e dos fabricantes de cada componente, e o preço de aquisição dos materiais.

Para além dessa lista, foram redigidas medidas direcionadas para as equipas de engenharia e desenvolvimento, em conjunto com estas, com o fim de otimizar a gestão de *stock* e a produção (Anexo B).

As medidas que seriam benéficas para a otimização da gestão de *stock* são as que dizem respeito a:

- Escolha dos componentes. A escolha dos componentes deve ser baseada na lista extraída do ERP, de preferência da lista *standard* criada. Deve ser dada preferência ao uso de material que existe em *stock*, e, caso não esteja disponível, deve-se tentar encontrar uma alternativa próxima, primeiro na lista *standard* e só depois na lista de códigos existente. Caso o material não esteja criado deve ser feita uma descrição com a informação do componente necessário para assim ser feito o seu pedido de

cotação. Isto tem vantagens pelo facto de diminuir o *stock* e impedir ao máximo que este volte a ser extenso como era antes das alterações.

- Escolha de fornecedores. Foi criada uma tabela com fornecedores preferenciais e autorizados, atribuindo para cada tipo de componente duas alternativas de fornecedores com o mesmo fabricante. Os novos pedidos de cotação têm todos de ter em conta essa lista, sendo que para cada item novo devem ser feitos no mínimo dois pedidos de cotação. Esta medida apresenta vantagens na parte das compras, onde o tempo despendido para escolher e analisar os fornecedores é reduzido ou praticamente eliminado.
- Criação de novos códigos. Tal como na escolha de componentes, o objeto desta medida é evitar ao máximo que sejam criados códigos. Os benefícios são os mesmos, redução da lista de códigos e diminuição da variabilidade de *stock*.

Para além destas medidas, foram também criadas *guidelines* que auxiliam na padronização dos processos de desenho, tanto para as equipas de desenvolvimento mecânico como de desenvolvimento elétrico (Anexo C). Estas medidas são importantes, pois reduzem o tempo de escolha de materiais e de desenho, uma vez que estes já estão pré-definidos nessa lista quais é que têm de ser utilizados. Estas *guidelines* contêm alguns dos materiais que estão descritos na lista *standard* criada em *Microsoft Excel*. Como já foi referido, estas medidas irão ter influência na gestão de *stock* e gestão física do armazém.

Quanto às medidas tomadas para melhorar a gestão física do armazém, foi feito um inventário de grande parte do material. Todo o material que se achou obsoleto ou que não teria utilidade seria para tentar vender, descartar (caso o seu valor não fosse significativo) ou em último caso aproveitar para algum projeto que estivesse a ser realizado. Os materiais vendidos permitiriam à empresa reaver algum dinheiro investido por algo que estava parado e que provavelmente nunca mais seria utilizado. Com a diminuição de referências e com base na lista *standard* criada, muitos materiais que não se encontravam nesta lista e que se achava que seriam dispensáveis, foram também eliminados.

Outros materiais, que se encontravam mal-organizados ou em caixas pequenas, foram sugeridos que fossem colocados em caixas maiores, para que o aproveitamento de espaço fosse superior, reduzindo também o número de *spots*. Esta medida foi sugerida que fosse

implementada quando se alterasse o ERP utilizado, uma vez que isso poderia ter influência na produção e na alteração dos *spots* dos produtos.

A prateleira onde estavam colocados os fios elétricos ficou praticamente vazia, uma vez que apenas foram mantidas as referências de fios que constam nas *guidelines* desenvolvidas, sendo que estas foram colocadas numa caixa. A prateleira onde se encontravam os materiais parados há muito tempo, que foram realocados, reaproveitados, descartados ou vendidos, também ficou praticamente vazia. Estas prateleiras podem agora ser utilizadas para a colocação de *stock* de material *standard* para a realização de futuros projetos (Figura 42).



Figura 42 - Espaço disponível em armazém após medidas implementadas

O inventário parcial serviu para quantificar as quantidades de materiais que existiam para produção na EVOLEO, o que se verificou bastante útil, uma vez que para muitas referências o número de unidades existentes não correspondia ao que era apresentado no ERP, e algumas dessas referências estavam definidas como obsoletas, mas permaneciam em *stock*.

A etiquetagem das caixas foi reforçada, uma vez que em alguns *spots* esta era defeituosa, e também porque alguns desses *spots* foram eliminados. Em cada caixa foram colocadas etiquetas de todos os artigos que se encontram dentro das mesmas, para melhor acessibilidade. Reforçou-se também a etiquetagem nas prateleiras para melhor visibilidade e rápida consulta de materiais (Figura 43).



Figura 43 - Etiquetagem das caixas após alterações

Na Figura 44 está a representação da imagem atual do armazém.



Figura 44 - Organização do armazém após medidas implementadas

4.3. PROCESSO DO CICLO PRODUTIVO

Um dos principais processos que influencia a produção é o processo de desenvolvimento do projeto. A escolha de materiais, dos fornecedores, a criação dos procedimentos de montagem, criação das BOM, todas estas decisões que são tomadas pelas equipas de engenharia, têm influência na produção.

Um dos principais problemas associados à produção diz respeito aos procedimentos de montagem. Após o desenho da máquina, as equipas de engenharia emitem um documento que indica as instruções de como montar passo a passo. Esse documento contém as

informações ao detalhe e outras indicações que sejam relevantes para que a montagem e para o bom funcionamento da máquina.

No entanto, os problemas que ocorrem são na maioria das vezes problemas de sequenciamento, ou seja, acontece por vezes que os passos da montagem não estejam pela ordem correta, o que tem como consequência a impossibilidade física para realizar uma operação ou o aumento da dificuldade por se ter feito pela ordem errada.

Existe também o facto de a criação das BOM's e a sua atualização ser toda manual. Isto leva a que muitas vezes ocorram discrepâncias entre valores, e as quantidades de materiais que existem nas BOM's não correspondam às quantidades de materiais indicadas nos procedimentos, levando a erros de montagem.

Relacionado também com a gestão de *stock*, está o problema relacionado com a escolha de materiais. Para além da criação da lista *standard* já referida anteriormente, seria necessário criar *guidelines* para a realização dos desenhos, de modo a que os processos fossem padronizados e a escolha das referências de materiais fosse quase instantânea.

O facto de não existirem praticamente regras definidas no momento da escolha dos materiais a utilizar, faz com que, no momento da aquisição de material, os custos associados sejam maiores, uma vez que a variedade de materiais a ser adquirida é elevada. Quando se poderia utilizar duas ou três entidades de fornecedores para se adquirir os materiais, está-se a utilizar cerca de dez entidades, o que acarreta custos acrescidos (custos administrativos e portes de envio). Para além disso, muitas vezes os fornecedores só vendem os lotes de material a partir de uma certa quantidade, quando as necessidades da EVOLEO são de poucas unidades, tendo de ficar os excessos armazenados em *stock*.

Para além deste problema, o facto de não existir uma reunião de conclusão do projeto é também um aspeto que poderia ser alterado. Uma reunião de rescaldo permitiria verificar onde é que o projeto falhou, para que num próximo projeto o mesmo problema não se verifique.

Existe também um problema relativo com a revisão documental, onde existe alguma incerteza por parte dos trabalhadores em saber quais são as etapas e os documentos necessários em cada etapa para a revisão de documentos da empresa, o que por vezes origina atrasos na entrega da documentação necessária. Acontece por vezes os documentos

não estarem prontos nas etapas devidas, e por isso existirem atrasos na entrega de documentação.

4.3.1. OPORTUNIDADES DE MELHORIA NO PROCESSO DO CICLO PRODUTIVO

Tal como mencionado acima, como sugestões de melhoria do processo do ciclo produtivo também foram escritas medidas com a finalidade de otimizar a produção e alguns processos na empresa (Anexo B).

As medidas que seriam benéficas para dar apoio à produção são as que dizem respeito a:

- Melhoria do desenho. Os materiais mecânicos vão dizer respeito apenas à equipa mecânica e os elétricos à equipa elétrica. No caso de existirem restrições de alguns componentes, como conectores, é necessário que o responsável técnico do projeto trate da interface entre ambas as equipas. Isto permite uma melhor organização na parte do desenho, e a otimização das BOM's.

Para além disso, deve, na medida do possível, existir uma alteração do desenho com vista à sua otimização, quer a nível do subsistema, quer a nível do projeto geral. Isto teria influência na otimização e redução das BOM's, assim como na redução de custos de aquisição e de *stock*.

- Melhoria das BOM's. Deve existir uma BOM elétrica por projeto, uma BOM mecânica por projeto, com os subsistemas definidos com base na árvore de produto. A BOM tem de ser automatizada e controlada por códigos, o que não acontece devido às características do ERP atualmente utilizado. Quem deve compilar as BOM's das equipas numa BOM principal deve ser a equipa de produção. O novo *template* deverá conter:

- Código do artigo;
- Informação do artigo;
- Quantidade de artigos por subsistema;
- Fornecedor e fabricante e informação respetiva;
- As peças sobressalentes;

- Os prazos de entrega previstos;
- Campo *NEW* (novo campo com atualizações das diferentes versões das BOM's);
- Outros já existentes.

O campo *NEW* ajudaria as equipas de engenharia e de produção a estar em sintonia relativamente às versões mais recentes da BOM, evitando o desfasamento que existia antes destas medidas, relativamente à atualização das BOM's.

Relativamente à política de peças sobressalentes, esta deve ser vista caso a caso por quem desenha, e ter a aprovação do RT e do TL. Se for uma peça da lista *standard*, é indiferente que sobre porque acabará por ser utilizada, mas se não for, pode ficar parada em *stock* durante muito tempo. Estas medidas teriam influência na otimização das BOM's e na redução de *stock*.

Para auxiliar a tarefa de desenho de produto, para além da criação da lista *standard* de material, foram criadas *guidelines* que devem ser seguidas aquando da realização de novos projetos, apenas para a área de desenho. Essas *guidelines*, após terminadas foram publicadas, para que todos os membros das equipas de desenho tivessem acesso, e foram expostas junto às várias áreas de desenvolvimento da empresa, na forma de pósteres (Anexo C).

Para o problema associado à reunião do final do projeto, o RT deveria convocar uma reunião para discutir quais as lições aprendidas durante o projeto, de modo a que fossem revistos os problemas que originaram não conformidades, com o propósito de num futuro projeto estes poderem ser evitados. Seria avaliado o impacto do projeto para a EVOLEO, e seriam revistos os processos de qualidade e os documentos associados, para além de que seriam recomendadas soluções a implementar no futuro com base naquilo que sucedeu.

Quem planeia tem de ter experiência e prever o número de horas de trabalho necessárias para o desenho e desenvolvimento. Por isso, o exemplo de projetos anteriores pode ajudar nesse processo de previsão, uma vez que assim se torna mais fácil de calcular o grau de complexidade das tarefas e o tempo despendido para a realização de cada uma.

Para solucionar o problema de desordem dos procedimentos de montagem, após estes serem emitidos pelas equipas de engenharia, estes devem ser revistos, quer pelas próprias equipas, sendo que também o PA deve estar sempre em processo de verificação de requisitos, para que todos os documentos sejam novamente revistos e atualizados.

Este ponto da desordem dos procedimentos está relacionado com o último ponto. Foi criado um documento que facilita a gestão visual do processo de revisão documental, e que ajuda os trabalhadores a perceberem qual é a sequência de etapas desse processo (Anexo E). Isto permite que na altura da revisão dos documentos, cada departamento envolvido saiba o que deve apresentar em cada etapa da revisão documental, evitando erros e consequentes atrasos.

Numa primeira fase cada equipa tem de realizar os seus documentos (desenhos técnicos), que serão aglomerados num sistema de forma a serem criados os procedimentos de montagem, de teste e o manual do utilizador. Ao mesmo tempo o PA, podendo ter o input das equipas, apresenta a matriz de requisitos, entre outros documentos.

Posteriormente são feitas revisões ao que cada equipa fez, e o RT junta todos os documentos anteriores e efetua uma verificação e revisão técnica.

O PA trata de rever os requisitos e envia os documentos à GT para que esta faça as revisões de desenho preliminar e as revisões de desenho crítico. Este envia de novo para o PA para fazer as verificações gerais do sistema e encerrar o documento.

5. RESULTADOS

A implementação das medidas descritas anteriormente, permitiu à EVOLEO obter ganhos substanciais ao nível de redução de desperdícios e do tempo de tarefas. Algumas medidas tiveram também influência nos custos da empresa, sobretudo na parte da gestão de *stock*.

5.1. RESULTADOS DAS MELHORIAS NA ORGANIZAÇÃO DA OFICINA DE TRABALHO

A aplicação dos 5S à oficina de trabalho criou um ambiente limpo e organizado, com um impacto visual agradável para quem utiliza as instalações. Permitiu que alguns desperdícios fossem eliminados, sobretudo em termos de deslocações e tempo perdido. O tempo que foi pouparado pode ser aproveitado para realizar outras operações e assim reduzir o tempo de produção.

Na Tabela 3 estão representados os problemas associados à área de trabalho da oficina, com as respetivas soluções, os custos associados, qual a redução em termos de tempo de deslocação/procura de ferramentas e se a medida já se encontra implementada ou foi apenas sugerida para implementação futura.

Tabela 3 - Resultado das melhorias na oficina de trabalho

Problema	Solução	Custo	Tempo de operação			Implementação
			Antes	Depois	%	
Excesso de ferramentas de uso comum.	Manter apenas o necessário e descartar as restantes.	/	10 s	6 s.	-40%	Sim
Falta de arrumação de materiais	Arranjar espaços próprios para colocar os materiais de maiores dimensões.	10€	Não quantificável			Sim
Falta de organização dos materiais no momento de montagem.	Adquirir pequenas caixas para colocar os materiais de pequenas dimensões que estão em espera para montagem.	13€+12*3€ =61€	12 s	8 s	-25%	Sugerido
Falta de identificação de ferramentas e localização destas.	Etiquetar as ferramentas com base na lista de stock e identificar a sua localização nas áreas de trabalho.	/	10 s	8 s	-20%	Sim
Falta de limpeza das áreas de trabalho.	Colocação de aviso relativos aos 5S.	3€	Não quantificável			Sim
Mau aproveitamento de algumas áreas de trabalho.	Alteração da disposição das mesas de trabalho e do layout.	/	10 s	7 s	-30%	Sim
Falta de luminosidade.	Colocação de uma armadura por cima das mesas de trabalho do centro.	25€	Não quantificável			Sim
Ferramentas velhas e desgastadas.	Aquisição de novas ferramentas de corte e polimento.	8€+13€+18€ =39€	Não quantificável			Sugerido
Falta de meios de comunicação entre a oficina e 1º andar.	Colocação de um telefone para permitir a comunicação.	/	65 s	15 s	-77%	Sim
Localização da tomada trifásica.	Deslocação da tomada trifásica para a área de montagem.	/	10 s	7s	-30%	Sim

De todos os resultados acima descritos, a melhoria que mais influenciou positivamente os tempos de produção na oficina de trabalho foi a da alteração da localização das mesas de trabalho e do layout, uma vez que reduziu o tempo médio de operações e deslocações em aproximadamente 30%.

A melhoria que apresentou uma percentagem de redução de tempo maior foi a instalação do telefone. Os utilizadores da oficina deixaram de ter de se deslocar até ao andar superior para comunicar informações aos outros departamentos, passando a poder fazer tudo por telefone.

Algumas medidas não apresentaram resultados quantificáveis em termos de redução de tempos de operações, mas contribuíram para um melhor ambiente de trabalho na oficina.

Os custos envolvidos nestas soluções não foram elevados.

5.2. RESULTADOS DAS MELHORIAS NA GESTÃO DE STOCK E GESTÃO FÍSICA DO ARMAZÉM

Após a análise aos métodos de gestão de stock, e respetiva implementação das melhorias, conseguiu-se que alguns dos processos se tornassem mais simplificados, reduzindo o seu tempo de operação. Esses resultados estão disponibilizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados das melhorias na gestão de stock

Problema	Solução	Redução do tempo de operação	Implementação
Lista extensa de códigos de materiais obriga a tempo perdido na seleção de materiais e na criação das BOM's.	Criação de lista <i>standard</i> . Criação da lista de medidas de apoio à produção. Criação de <i>guidelines</i> na escolha dos materiais.	≈ 25%	Sim
Lista extensa de fornecedores, que faz com que seja perdido tempo no processo de compra de materiais.	Criação de lista preferencial de fornecedores para a lista <i>standard</i> .	≈ 30%	Sim

A criação das várias medidas de apoio à produção, da lista *standard* de material e das *guidelines*, fez com o tempo gasto na seleção de material fosse reduzida e a criação das BOM's fosse mais rápida, uma vez que o número de referências utilizadas seria menor, e os artigos a serem utilizados já estariam escolhidos. Uma vez que estes valores variam de projeto para projeto conforme a sua complexidade e extensão, estima-se que a redução de tempo destas operações ronde os 25%.

Relativamente à criação da lista de fornecedores, associada à lista *standard*, levou a que a redução de tempo na compra de materiais fosse aproximadamente de 30% (para os artigos *standard*). Este valor foi alcançado, comparando o tempo gasto na aquisição de material de uma BOM pelos métodos anteriores e utilizando a nova lista standard de material e de fornecedores. Quem efetua as compras deixou de perder tanto tempo a comparar os fornecedores ideais, que já estão definidos. A redução de tempo foi significativa, mas este valor pode variar de projeto para projeto, dependendo da sua dimensão e requisitos técnicos.

A lista extensa de materiais foi reduzida de 6115 artigos (todo o material registado no ERP), para a lista de material *standard* com 142 artigos (2,34%). A redução de referências para as categorias de artigos pretendidas está representada na tabela 5.

Tabela 5 - Quantidades de materiais na lista *standard*

Categoria	Nº Referências anterior	Nº Referências atual	Variação(%)
Anilhas	49	4	-91,4
Porcas	15	4	-73,33
Parafusos	121	10	-91,74
Estruturas	10	7	-30
Fixação	5	2	-60
Perfis	5	1	-80
Travões	26	4	-84,62
Marcações	106	6	-94,34
Fios	70	5	-92,86
Cabos	66	3	-95,45
Resistências	318	29	-90,88
Condensadores	172	20	-88,37
Bobinas	43	2	-95,35
Ferrites	20	2	-90
<i>Mosfets</i>	40	10	-75
Díodos	79	22	-72,15
Cristais	28	5	-82,14
Conversores DC e LDO	75	6	-92

Relativamente às medidas tomadas para trazer melhorias à gestão física do armazém, o que foi realizado veio trazer melhores condições e acessibilidade, e um melhor aproveitamento do mesmo.

A nova etiquetagem das caixas e prateleiras permite reduzir o tempo de procura dos materiais no armazém, num valor aproximado de 20% em cada operação (Tabela 6). Isto acontece pelo facto de permitir uma melhor gestão e controlo visual do armazém.

Tabela 6 - Resultados das melhorias na gestão física do armazém - 1

Problema	Solução	Custo	Redução do tempo de operação			Implementação
			Antes	Depois	%	
Etiquetagem defeituosa.	Nova etiquetagem e reforço da existente.	/	10 s	8 s	20%	Sim

Relativamente ao problema da existência de material obsoleto ou parado há bastante tempo, foi feito um inventário parcial do que existia. Decidiu-se que esse material seria para descartar ou vender, estando previsto que se possa economizar, com a venda de 12 embalagens de artigos, um valor aproximado de 3000 €. Com esta medida, conseguiu-se rentabilizar esse material e libertar algum espaço de armazém que pode ser utilizado para armazenar algum *stock* que seja necessário (Tabela 7).

Tabela 7 - Resultados das melhorias na gestão física do armazém - 2

Problema	Solução	Lucro obtido	Espaço livre			Implementação
			Antes	Depois	%	
Existência de material obsoleto e não utilizado há bastante tempo em stock geral.	Inventário parcial do armazém. Descartar/vender todos os materiais obsoletos e os que não serão mais utilizados.	≈ 3000 €	0%	33%	+33%	Sim

Relativamente às caixas anti-estáticas que não preenchiam a totalidade da prateleira, foi sugerido que fossem alteradas para as caixas maiores, de modo a aproveitar o espaço total. Com esta medida existiria um aproveitamento de mais 50% do que aquele que existe atualmente (Tabela 8).

Tabela 8 - Resultados das melhorias na gestão física do armazém - 3

Problema	Solução	Custo	Aproveitamento da largura das prateleiras			Implementação
			Antes	Depois	%	
Mau aproveitamento das prateleiras.	Realocação de alguns <i>spots</i> para as caixas de maior dimensão.	/	40 cm	60 cm	+50%	Sugerido

As medidas aplicadas na gestão de stock e na gestão física do armazém estão diretamente relacionadas, e os resultados de uma influenciam diretamente os da outra. Ambas procuram a melhoria contínua dos processos, podendo sempre ser melhoradas.

5.3. RESULTADOS DAS MELHORIAS NO PROCESSO DO CICLO PRODUTIVO

Com vista a tornar o processo do ciclo produtivo mais fluído, foram implementadas as medidas já abordadas anteriormente. Estas medidas tornaram algumas áreas deste processo mais claras e mais simplificadas, o que leva a uma menor ocorrência de erros e com isso a uma menor duração dos projetos (Tabela 9).

Tabela 9 - Resultados das melhorias no processo do ciclo produtivo

Problema	Solução	Custo	Redução do tempo de operação	Implementação
Problemas de otimização de desenho, com excesso de stock e referencias no desenho.	Medidas de apoio à produção. <i>Guidelines</i> de desenho. Lista <i>standard</i> de material.	/	≈ 25%	Sim
Inexistência de reunião de conclusão do projeto.	Realização de reunião de rescaldo. Seria avaliado o impacto do projeto para a EVOLEO.	/	Não quantificável	Sugerido
Problemas de sequenciamento de procedimentos.	Revisão dos procedimentos pelas equipas de engenharia e PA (qualidade).	/	Não quantificável	Sim
Falta de informação dos trabalhadores sobre as etapas a realizar em cada revisão documental.	Criação de um fluxograma explicativo.	/	Não quantificável	Sim

Para além de influenciar a gestão de *stock*, a criação das medidas de apoio à produção, das *guidelines* de desenho e da lista *standard* de material tem também um impacto positivo no processo do ciclo produtivo. Estima-se que, com estas medidas implementadas, a duração da elaboração do desenho técnico possa ser reduzida em 25%, dependendo da dimensão e das especificações do projeto.

Estas medidas irão também ter influência na produção, uma vez que o processo de desenho técnico está diretamente ligado a esta área.

Para ajudar a que ocorram menos erros nas várias etapas do projeto, foi sugerido que no final de cada projeto fosse feita uma reunião de rescaldo, onde seriam avaliados todos os pontos que correram menos bem, seria achada uma solução para os resolver e esta seria registada para que esses erros não voltassem a suceder. É uma medida que a médio prazo pode trazer benefícios para os projetos seguintes.

A criação do fluxograma de revisão documental serve também para clarificar todo o processo de revisão de documentos por parte das equipas envolvidas. Esta medida oferece uma melhor gestão visual e evita que algumas etapas sejam ultrapassadas ou que alguns documentos não estejam presentes no momento que lhes é indicado.

Os problemas de sequenciamento dos procedimentos de montagem são um exemplo do que sucede e que poderia ser evitado com esta organização. Os procedimentos têm de ser revistos seguindo o fluxograma criado, o que evitará a desordem que se verifica em algumas situações.

6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHO FUTURO

O facto de a EVOLEO apresentar um sistema produtivo característico, onde o produto final é sempre diferente do anteriormente produzido, dificultou toda a análise de processos. As operações variam de produto para produto e não é fácil encontrar um método de padronização de processos que seja transversal a cada projeto. Isso aconteceria se a produção fosse contínua e em massa, de produtos com características idênticas.

Neste projeto foram implementadas melhorias no processo do ciclo produtivo, na gestão de stock, nas áreas produtivas e na gestão física do armazém. Foram aplicadas metodologias como o 5S e a gestão visual, com a finalidade de reduzir desperdícios e diminuir erros, e de tornar os processos mais eficientes e organizados. Foram também criados documentos que serão utilizados pelas diversas equipas, e que as auxiliam na padronização de alguns processos.

A oficina de produção apresenta agora um ambiente mais limpo e organizado, com melhores condições de trabalho do que apresentava previamente. Com as mudanças impostas, a duração de algumas tarefas foi reduzida, e a probabilidade de ocorrerem defeitos ou desperdícios também foi diminuída.

As medidas impostas no armazém tornaram-no num local com um controlo visual mais atrativo, e o inventário feito serviu para rentabilizar alguns materiais que estavam parados há bastante tempo e não seriam utilizados, e serviu para otimizar algum espaço que agora pode ser aproveitado.

Quanto às medidas impostas no processo de gestão de *stock* e no processo do ciclo produtivo, estas serviram sobretudo para padronizar ao máximo os processos que existem, de modo a reduzir a duração dos mesmos. Serviram também para tornar esses processos mais claros para que não ocorram sucessivamente os mesmos erros de uns projetos para os outros.

Os resultados alcançados foram os desejados, originando melhorias significativas, para algumas tarefas, na ordem dos 25 a 30%.

Como sugestões de trabalho futuro dentro da empresa, deveria ser implementado outro ERP, com características mais adequadas aos processos da empresa, que tenha processos mais automatizados na criação das BOM's e que possa incluir ferramentas como gráficos de *Gantt*, para permitir que exista um maior controlo sobre o tempo de realização das tarefas por parte dos funcionários da empresa. Isto permitiria quantificar quais foram os gastos não só em termos de material utilizado, mas também em termos de recursos humanos alocados a cada projeto, e assim quantificar o custo total do projeto.

O ERP poderia também emitir alertas relativos ao material da lista *standard* que existe em *stock*, e que informasse a equipa de produção da necessidade de adquirir os materiais quando estes chegassem à quantidade mínima estipulada.

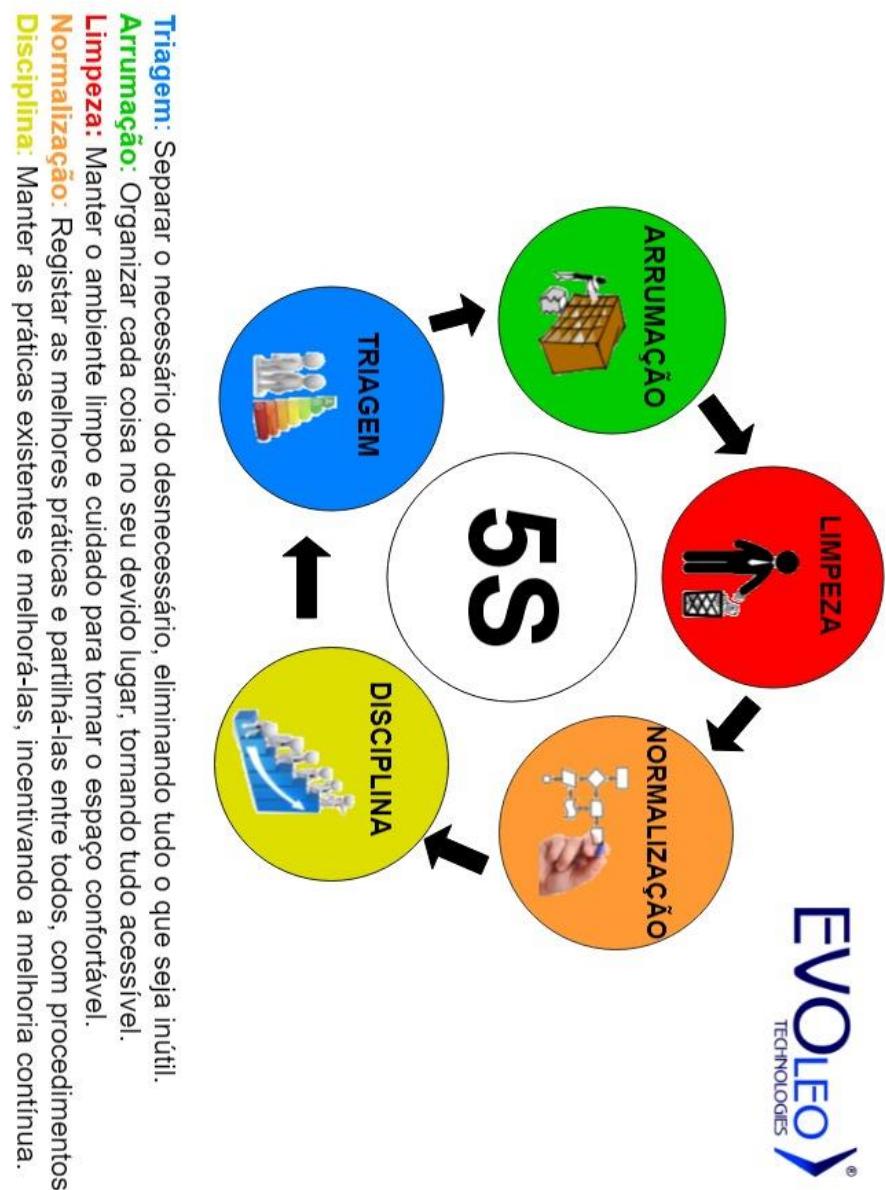
Para além disso, quando fosse alterado o ERP, deveria ser feito um inventário geral de todo o *stock*, de forma a melhorar ao máximo o armazém físico da EVOLEO, e deveriam ser registadas todas as ferramentas que não têm código. O mesmo aconteceria com a alteração da numeração dos *spots*, algo que seria alterado aquando da mudança do ERP.

Referências Documentais

- [1] EVOLEO Technologies. Disponível em «<http://evoleotech.com/company/>». [Acedido em 21-Mai-2018].
- [2] TPS «*Toyota Production System*». Disponível em «<https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>». [Acedido em 21-Jun-2018].
- [3] CARVALHO G «*Just in Time – JIT*». Disponível em «<https://www.coladaweb.com/administracao/just-in-time-jit-e-kanban>». [Acedido em 21-Jun-2018]
- [4] IMAI, M. «*Gemba Kaizen*». 2ªedição, 2012
- [5] DREW, J., McCallum, B., Roggenhoffer, S. (2004) «Journey to Lean – Making Operational Change Stick»
- [6] DO, D. «*The Five Principles of Lean*». Disponível em «<https://theleanway.net/The-Five-Principles-of-Lean>» [Acedido em 25-Jun-2018]
- [7] JACOBS, F., Chase, R., Aquilano, N. «*Operations & Supply Chain Management*».
- [8] MOULDING, E. «*5s: A Visual Control System for the Workplace*», 2010.
- [9] BERNARDO, A. «Metodologia 5S - Apresentação». Disponível em «<https://www.youtube.com/watch?v=23qtfyI8C1Y>». [Acedido em 27-Jun-2018]
- [10] PINTO, J.P. «Pensamento Lean – A filosofia das organizações vencedoras», 2009
- [11] Machado, J. «*Total Flow Management na Indústria*». Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- [12] Pereira *et al.* «*Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company: A Case Study*». (2016) Disponível em «<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116307612>» [Acedido em 28-Jun-2018]
- [13] Empresarial, M. C., Disponível em:
«<https://magisconsultoriaempresarial.wordpress.com/2016/02/26/ciclo-pdca-conceito-e-aplicacao/>» [Acedido em 29-Jun-2018]
- [14] ÁVILA, P., Cavaco, I. «Tipologia dos Sistemas de Produção», 2008
- [15] ROLDÃO, V. «Planeamento e Programação da Produção», 1995

Anexo A. Póster alusivo aos 5S

Este póster foi colocado nas paredes da oficina de produção, para recordar os operadores que devem manter as normas exigidas pela metodologia dos 5S.



Anexo B. Medidas de apoio à produção e à gestão de *stock*

Neste anexo está presente um documento, realizado em conjunto com as equipas de produção e desenvolvimento, onde são descritas algumas medidas que as equipas devem tomar com a finalidade de otimizar os processos de produção e de *stock* existente.

Medidas de apoio à produção

Desenho

1. Na fase de desenho, os materiais mecânicos dizem respeito apenas à equipa mecânica (ex: parafusos e porcas para PCV) e os materiais elétricos à equipa elétrica. Caso existam restrições de cada equipa (ex: conectores), é necessário que o RT atribuído ao projeto trate da interface entre ambas as partes. O que diz respeito à parte dimensional/localização fica sobre a alçada da equipa mecânica e a equipa elétrica responsabiliza-se pela parte funcional.
2. A lista de materiais elétricos não deve conter componentes mecânicos e vice-versa.

Escolha de componentes

Com código criado e com fornecedor escolhido

1. A escolha de componentes deve ser baseada na lista de *stock* extraída do ERP, tendo como base o seu custo.
2. Deve ser criada uma lista de materiais standard para cada área.
3. Deve ser dada preferência ao uso de material interno (existente em *stock*).
4. Caso o material pretendido não exista em *stock*, deve-se tentar encontrar uma alternativa próxima/equivalente no *stock*, standard, que permita substituir a primeira opção.
5. Caso não seja possível substituir o material pretendido por outro que esteja no *stock* standard, deve-se escolher um material alternativo, mas que já tenha código criado.

Escolha de componentes novos

1. Caso o material não exista na lista, deve ser feita uma descrição com a informação do componente, de modo a ser feito um pedido de cotação.

⇒ Fornecedores

1. Deve existir uma tabela de fornecedores preferenciais e autorizados, para cada equipa.
2. Devem existir sempre 2 alternativas de fornecedores para cada tipo de componente com o mesmo fabricante.
3. Deve ser feito um pedido de cotação para novos materiais com base na lista de fabricantes preferenciais.
4. A lista de material deve ser sempre autorizada e assinada pelo RT do projeto para que não exista um orçamento fora do previsto nem materiais desnecessários.
5. Caso seja necessário abrir um novo item, fabricante ou fornecedor novo, deve haver no mínimo 2 pedidos de cotação e posteriormente uma aprovação e assinatura do RT do projeto.

⇒ Códigos

1. Para não aumentar o número de referências de itens e o número de fabricantes/fornecedores, deve-se tentar evitar a criação de novos códigos.
2. A geração de códigos deve de ser centralizada, podendo ser delegável para outras pessoas.
3. A criação de códigos novos deve ser feita pela equipa de produção e não pelas equipas técnicas, no entanto têm que cumprir com todos os requisitos estipulados.
4. O código deve conter uma informação direta e completa e também descrição adequada, feita pelas respetivas equipas que pretendem criar o código, e que esteja de acordo com a lista de fornecedores, lista de stock do ERP e lista com a chave de criação de códigos.

Otimização/análise

⇒ 1º Nível- Subsistema constante da árvore de produto

1. Deve-se otimizar as quantidades/códigos dos componentes.
2. Deve-se, na medida do possível, alterar o desenho em consonância com a otimização.
3. Antes de se começar o layout, deve haver uma BOM e um esquemático aprovados pelo TL e pelo RT, e em último recurso pela GT.

⇒ **2º Nível – Projeto (Sistema como um todo)**

4. O RT deve tomar decisões, desde que não influenciem o orçamento e a duração previstos.
5. Caso o projeto comece a ficar fora do orçamento, deve-se redesenhar, alterar os materiais ou em último caso comunicar ao cliente que o projeto está a ficar mais caro que o previsto anteriormente.
6. Agregar todo o conjunto de subsistemas otimizando as quantidades/ códigos dos itens.

BOM's

1. Deve haver uma BOM elétrica por projeto, uma BOM mecânica por projeto, com subsistemas com base na árvore de produto.
2. A BOM deve ser controlada por códigos.
3. A equipa de produção deve tratar de juntar as BOM's dos subsistemas na BOM master/principal.
4. Deve haver um *template* para as BOM's, onde seja possível inserir:
 - i. um código;
 - ii. a informação do artigo;
 - iii. a quantidade de artigos por subsistema;
 - iv. a informação acerca do fornecedor;
 - v. o código do fabricante;
 - vi. o código do fornecedor;
 - vii. os *spares* necessários;
 - viii. os prazos de entrega previstos;
 - ix. NEW (novo campo com atualizações das diferentes versões da BOM);
 - x. entre outros.
5. Deve existir na BOM um campo “NEW” (4.ix,), com as quantidades alteradas relativamente à versão imediatamente anterior. Se por acaso for retirado um componente, é necessário que este fique bem identificado (ex: sublinhado a vermelho, ou com a informação “DEL” nas quantidades).
6. Caso seja necessário alterar uma coluna de um subsistema, altera-se o nome da coluna (ex: B_1 -> B_1a) e altera-se o nome do ficheiro (ex: BOM_1 -> BOM_1a).
7. Nas BOM's, a política de *spares* tem de ser vista caso a caso por quem desenha. Posteriormente deve haver uma aprovação por parte do TL e do RT.

Revisões

1. O RT deve delimitar o valor do custo previsto de material para cada parte técnica.
2. Devem ser analisadas as BOM's com a finalidade de quantificar o seu impacto na produção, tanto em termos de compras como em termos de montagem.
3. Devem ser identificados os LLI para que os seus pedidos sejam feitos com maior antecedência.
4. Sempre que são emitidas BOM's, é o RT que tem de aprovar e ter a decisão final.

Maia, 27 de abril de 2018

Anexo C. *Guidelines* de apoio ao desenho

Neste anexo está presente um documento, realizado em conjunto com as equipas de produção, onde são descritas algumas *guidelines* a seguir pelas equipas de engenharia no momento do desenho, com a finalidade de realizarem essa tarefa com maior rapidez, otimizando também os processos de produção e de stock.

Guidelines de Desenho Mecânico



CK04-0016 - Nut prevailing torque hex lock w/ polyamide insert ISO 7040, M3, A2-70
 CK04-0017 - Nut prevailing torque hex lock w/ polyamide insert ISO 7040, M4, A2-70
 CK04-0018 - Nut prevailing torque hex lock w/ polyamide insert ISO 7040, M5, A2-70
 CK04-0029 - Nut prevailing torque hex lock w/ polyamide insert ISO 7040, M6, A2-70



CK04-0005 - Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M4x16, A2-70
 CK04-0457 - Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M4x20, A2-70
 CK04-0441 - Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M5x16, A2-70
 CK04-0008 - Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M5x20, A2-70
 CK04-0138 - Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M6x20, A2-70
 CK04-0040 - Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M3x10, A2-70
 CK04-0012 - Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M3x16, A2-70
 CK04-0013 - Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M4x16, A2-70
 CK04-0015 - Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M5x16, A2-70
 CK04-0083 - Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M6x20, A2-70



CK04-0020 - Flat washers ISO 7089, 3, A2-70
 CK04-0021 - Flat washers ISO 7089, 4, A2-70
 CK04-0022 - Flatwashers ISO 7089, 5, A2-70
 CK04-0023 - Flatwashers ISO 7089, 6, A2-70



CK04-0131 - Rack fastener M6 screw + cage nut + washer



CK05-0020 - WMH Aluminium Profile 45x45
 CK05-0018 - Profile 19" PG 40, MayTec



CK02-0031 - 19" 2U Drawer 800mm depth



CK02-0093 - 19" Panel Blind 4U, steel black



CK07-0066 - Vesa monitor support pivoting wallmount 15" to 21", steel black



CK02-0100 - 19" 2U Shelf 406mm Depth,



CK02-0011 - 19" 2U Single Sliding shelf 380mm depth



CP01-0006 - Outlet Power Strip, 8x, Schuko, for 19" rack w/ switch



CK01-0036 - MP, Gland for cable, M12 x 1.5, IP68, Grey
 CK01-0035 - MP, Gland for cable, M16 x 1.5, IP68, Grey
 CK01-0057 - MP, Gland for cable, M20 x 1.5, IP68, Grey
 CK01-0071 - MP, Gland for cable, M25 x 1.5, IP68, Grey
 CK01-0173 - MP, Gland for cable, M50 x 1.5, IP68, Grey



CK01-0172 - FATH Uniblock 25, N10x9.5 M5, Black



CK01-0175 - FATH Cross Cable binding block Slot 10, black



CK04-0532 - FATH Roll-in Nut Spring Leaf Slot 10 M5, steel
 CK04-0533 - FATH Roll-in Nut Spring Leaf Slot 10 M6, steel



CK01-0159 - FATH Angle, 45x45mm, Al

Materiais para serem usados com grande frequência para esvaziar Stock:

- CK04-0287 - Screw hex phillips, 6/32 x 1/4", Zinc
- CK04-0044 - Nut Hex ISO 4032, M2, A2-70



AA04-0034 - Keyboard US B, 306x155x20mm



AA04-0035 - Optical mouse Genius US B

Guidelines de Desenho Elétrico

Ligaçāo Trifásica

Entrada de Alimentação 230VAC
C/ Filtro até 10A CA06-0012 até 16A CA06-0011



S/ Filtro até 10A CI15-0017



DIN Rail

240W 24V CQ01-0035 12V não existe de calha DIN



Fonte de Alimentação 230 VAC

120W 24V CQ01-0031 12V CQ01-0032



UPS 100W 24V e 12V utilizar família DRC da meanwell

UPS 24V até 40A DR-OPS40

Módulo de diodos até 20A para juntar duas PSU (DR-RDN20)

Panel Mount

Utilizar família IRM da MeanWell (ex: IRM-60-24) tem tensões de 5V, 12V, 15V, 24V e 48V e potências entre 1 a 60W, também têm versões de PCB.

Conecadores

SUB-D 9 P PCB 90° CI05-0009 180° CI05-0038

SUB-D 9 BACKSHELL CI01-0013

SUB-D 9 S Cable Solder CI05-0037 Crimp CI05-0039

SUB-D 9 S PCB 90° CI05-0005 180° (2301838-1 falta criara evo code)

SUB-D 37 P Cable Solder CI05-0032 Crimp CI05-0033

SUB-D 37 P PCB 180° CI05-0047

SUB-D 37 Backshell CI01-0011

SUB-D 37 S Cable Solder CI05-0046 Crimp CI05-0031

SUB-D 37 S PCB 180° CI05-0050 90° CI05-0053

SUB-D 15 P Cable

SUB-D 15 P PCB 90° CI05-0010 180° CI05-0021 180°HD CI05-0054

SUB-D 15 S Cable Crimp CI05-0008 Solder CI05-0015, Solder HD CI05-0016

SUB-D 15 S PCB 180° CI05-0019 180° HD CI05-0020

Backshell DB15 DA Size CI05-0076 HD (DE Size) CI01-0013

SUB-D 25 P Cable Solder CI05-0036

SUB-D 25 P PCB 180° CI05-0049 90° CI05-0011

SUB-D 25 Backshell CI05-0034

SUB-D 25 S Cable Solder CI05-0035 Crimp CO05-0007

SUB-D 25 S PCB 180° CI05-0006 90° CI05-0003

Conecadores de Painel

RJ-45 CI22-0038

USB CI03-0038

Disjuntores Tensão

1 Polo 1A Curva C 1A Curva D

1 Polo 6A Curva C CF01-0001 6A Curva D

1 Polo 10A Curva C CF01-0008 10A Curva D

Fusíveis Tensão DC

CF06-0054 - F Fuse, 6, 3A, 250V, Time Delay, 5x20mm

CF06-0012 - Fuse Quick blow, 10A, 5x20mm

CF06-0040 - Fuse 217 type, 1A, 250V, Fast Acting, 6x20mm

Segurança Máquina

PLC seg. CS01-0005

Relé Seg. CJ02-0059

Relés

Relé 1INV 24VDC 6A Contacto CJ02-0044

Relé 1INV 230VAC 6A Contacto CJ02-0052

Relé 2INV 24VDC CJ02-0062

Relé guia forçada CJ02-0051 + CJ06-0001 + CJ06-0002

Selecionador

Calha DIN

Painel CJ01-0034 + CJ06-0007

Botões

STOP Emergência (Configuração 3NC DA02-0041, Configuração 2NC 1NO DA02-0042)

Seletor Chave CJ01-0038 + CJ01-0061

Microswitch

Microswitch segurança (2 contactos)

Suportes Calha DIN

CK02-0072 DIN RAIL PCB Support Pair with Screws

Enclosure Box ABS

CK02-0040 Enclosure Box ABS 58x143x82mm

CK02-0039 Enclosure RailBox Compact, Grey, 107x22.5x79mmABS

Materiais para serem usados com grande frequência para esvaziar Stock:

- CA12-0277 - R 1K43, 1%, 0603
- CA12-0274 - R 3K, 1%, 0603
- CA12-0123 - R 2K2, 1%, 63mW, 50V, 0603
- CA10-0030 - R 22R, 5%, 0.63W, 50V, 0603
- CA12-0275 - R 6k2, 1%, 0603
- CA10-0032 - R 10M, 5%, 0603
- CA12-0273 - R 330K, 1%, 100mW, 50V, 0603

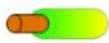
- CC12-0005 - Q MOSFET,N CH,50V,0.22A,SOT23
- CA01-0010 - C CER, 10nF, 10%, 50V, X7R, 0603
- CA01-0049 - C CER, 100nF, 10%, 16V, X7R, 0603
- CA12-0253 - R 27R, 1%, 100mW, 50V, 0603
- CA12-0216 - R 33R, 1%, 100mW, 50V, 0603
- CA12-0276 - R 560K, 1%, 63mW, 50V, 0603
- CA12-0061 - R 10K, 1%, 63mW, 50V, 0603
- CA14-0001 - R Array 10R, 1%/5%, 62.5mW, 1206

FIOS

Tensões 24VDC Low Voltage



CP06-0029
Fio 0.5mm²



CP06-0012
Fio 1mm²

Tensões >= 230VAC F/N

8A



CP06-0070
Fio 1.5mm²



CP06-0013
Fio 1.5mm²



CP06-0058
Fio 1.5mm²

13.5A

Tensões 24VDC Low Voltage



CP06-0023
Fio 1mm²



CP06-0053
Fio 1mm²

Tensões >= 230VAC F/N — Correntes superiores a 13A



CP06-0039
Fio 2.5mm²



CP06-0035
Fio 2.5mm²

18A

Tensão > 24 VDC

Tensão < 24 VDC

CABOS



CP05-0032 Cabo 4x0.25mm² 500V (0,25€/m) - 100m
CP05-0035 Cabo 10x0.25mm² 500V (0,62€/m) - 100m
CP05-0045 Cabo 36x0,25mm² 500V (2,03€/m) - 50m



Uso especial
CP04-0025 Cabo 4x0.25mm² 350V Outdoor Shield (1,17€/m)
CP07-0107 Cabo 7x0.25mm² 500V (0,32€/m)
CP04-0023 Cabo 10x0,25mm² 350V Outdoor Shield (2,86€/m)



CP05-0053 Cabo 2x0.25mm² (0,18€/m)

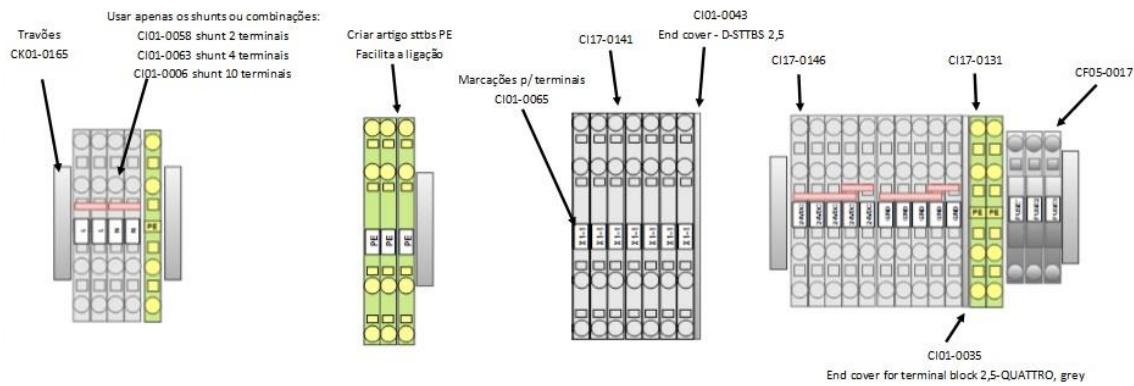


CP04-0019 Cabo 4x0.5mm² 500V Shield (0,58€/m)



CP05-0029 Cabo 5x2.5mm² 450V (1,10€/m)

TERMINAIS



Anexo D. Lista de material standard

Neste anexo está representada a lista de material *standard* que as equipas de engenharia irão consultar aquando do momento do processo de desenvolvimento do projeto.

Estão representados os códigos dos materiais, a sua descrição, as unidades recomendadas para ter em *stock* e a quantidade mínima.

Tabela 10 - Lista *standard* de material mecânico

ANILHAS			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. Min.
CK04-0020	Flat washers ISO 7089, 3, A2-70	50	25
CK04-0021	Flat washers ISO 7089, 4, A2-70	50	25
CK04-0022	Flat washers ISO 7089, 5, A2-70	50	25
CK04-0023	Flat washers ISO 7089, 6, A2-70	50	25
PORCAS			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. Min.
CK04-0016	Nut prevailing torque hex lock w/ polyamid insert ISO 7040, M3, A2-70	50	25
CK04-0017	Nut prevailing torque hex lock w/ polyamid insert ISO 7040, M4, A2-70	50	25
CK04-0018	Nut prevailing torque hex lock w/ polyamid insert ISO 7040, M5, A2-70	50	25
CK04-0029	Nut prevailing torque hex lock w/ polyamid insert ISO 7040, M6, A2-70	50	25
PARAFUSOS			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. Min.
CK04-0441	Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M5x16, A2-70	20	10
CK04-0008	Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M5x20, A2-70	20	10
CK04-0015	Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M5x16, A2-70	20	10
CK04-0083	Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M6x20, A2-70	20	10
CK04-0013	Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M4x16, A2-70	20	10
CK04-0138	Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M6x20, A2-70	20	10
CK04-0005	Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M4x16, A2-70	20	10
CK04-0012	Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M3x16, A2-70	20	10
CK04-0457	Screw Hex Socket flat head ISO 10642, M4x20, A2-70	20	10
CK04-0040	Screw Hex Socket head cap ISO 4762, M3x10, A2-70	20	10
ESTRUTURA			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. Min.
CK01-0159	Fath Angle, 45x45mm, Al	10	5
CK04-0131	Rack fastener M6 screw+ cage nut + washer	50	25

CK01-0175	FATH Cross Cable binding block Slot 10, black	10	5
CK01-0172	Fath Uniblock 25, N10x9.5 M5, Black	10	5
CK01-0035	MP, Gland for cable, M16 x 1.5, IP68, Grey	10	5
CK01-0036	MP, Gland for cable, M12 x 1.5, IP68, Grey	10	5
CK01-0037	MP, Gland for cable, M20 x 1.5, IP68, Grey	10	5
FIXAÇÃO			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. min.
CK04-0532	FATH Roll-In Nut Spring Leaf Slot 10 M5, steel	20	10
CK04-0533	FATH Roll-In Nut Spring Leaf Slot 10 M6, steel	20	10
PERFIS			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. min.
CK05-0018	Profile 19" PG 40, MayTec	6	3

Tabela 11 - Lista *standard* de material elétrico

TRAVOES			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. Min.
CK01-0165	End clamp - E/NS 35 N - 0800886	6	2
CI01-0058	Plug-in bridge for Terminal Blocks ST 2.5, 2WAY, RED, 22.7x9mm	10	5
CI01-0063	Plug-in bridge, 4 positions, Pitch 5.2mm, Red	10	5
CI01-0006	Plug-in bridge for Terminal Blocks ST 2.5, 10WAY, RED, 22.7x50.6mm	10	5
MARCAÇÕES			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. Min.
CI17-0141	X Terminal Block Bridge Grey 2 Levels, 2 Pin per Level, 24A, 500V, 180º, DIN Rail, Push-in	20	10
CI01-0043	End cover for terminal block D-STTB 2,5, gray	4	2
CI17-0146	X Terminal Block Bridge Gray, 4WAY, 32A, 800V, 180º, DIN Rail, Push-in	4	2
CI17-0131	X Terminal Block Bridge Yellow/Green, 4WAY, 24A, 800V, 180º, DIN Rail, Push-in	4	2
CF05-0017	Fuse Holder, 5x20 mm, DIN rail mount	4	2
CI01-0035	End cover for terminal block 2,5-QUATTRO, gray	4	2
FIOS			
Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. min.
CP06-0029	W Wire H05V-K, 0.5mm^2, 300V, Blue	200	100
CP06-0070	W Wire H05V-K, 1.5mm^2, 300V, Blue	200	100
CP06-0012	W Wire H05V-K, 1mm^2, 300V, Green/Yellow	200	100
CP06-0013	W Wire H05V-K, 1.5mm^2, 300V, Green/Yellow	200	100
CP06-0058	W Wire H05V-K, 1.5mm^2, 300V, Black	200	100
CABOS			

Código	Descrição	Uni. Rec.	Uni. min.
CP05-0032	W Cable 4x0.25mm^2 500V	100	20
CP05-0035	W Cable 10X0.25mm^2 500V	100	20
CP05-0045	W Cable 36x0,25mm^2 500 V	50	20

Tabela 12 - Lista standard de material eletrónico

Resistências		Uni Rec
Código	Descrição	Uni Rec
CA12-0211	R 0R, 1%, 100mW, 50V, 0603	25
CA12-0101	R 0R, 1%, 125mW, 150V, 0805	25
CA12-0216	R 33R, 1%, 100mW, 50V, 0603	0
CA12-0151	R 33R, 1%, 100mW, 150V, 0805	0
CA12-0223	R 100R, 1%, 100mW, 50V, 0603	0
CA12-0054	R 100R, 1%, 125mW, 150V, 0805	0
CA12-0238	R 120R, 1%, 100mW, 50V, 0603	0
CA12-0107	R 120R, 1%, 100 mW, 150 V, 0805	0
CA12-0297	R 120R, 1%, 250mW, 200V, 1206	0
CA12-0230	R 220R, 1%, 100mW, 50V, 0603	0
CA12-0017	R 220R, 1%, 125mW, 150V, 0805	0
CA12-0110	R 330R, 1%, 125mW, 150V, 0805	0
CA12-0116	R 1K, 1%, 100mW, 75V, 0603	25
CA12-0027	R 1K, 1%, 125mW, 150V, 0805	25
CA12-0122	R 2K2, 1%, 100mW, 150V, 0805	0
CA12-0283	R 4K7, 1%, 100mW, 50V, 0603	25
CA12-0024	R 4K7, 1%, 100mW, 150V, 0805	25
CA12-0213	R 10k, 1%, 100mW, 50V, 0603	50
CA12-0034	R 10K, 1%, 100mW, 150V, 0805	50
CA12-0232	R 10K, 1%, 250mW, 200V, 1206	0
CA12-0140	R 33K, 1%, 100mW, 50V, 0603	25
CA12-0044	R 33k, 1%, 125mW, 150V, 0805	25
CA12-0141	R 47K, 1%, 63mW, 50V, 0603	25
CA12-0149	R 47K, 1%, 125mW, 150V, 0805	25
CA12-0219	R 100K, 1%, 100mW, 50V, 0603	0
CA12-0088	R 100K, 1%, 125mW, 100V, 0805	0
CA12-0220	R 180K, 1%, 200mW, 50V, 0603	0
CA12-0154	R 180K ,1%, 100mW, 150V, 0805	0
CA12-0222	R 1M, 1%, 100mW, 50V, 0603	0
Condensadores		Uni Rec
Código	Descrição	Uni Rec

CA01-0007	C CER, 12pF, 50V, 0805	25
CA01-0084	C CER 12pF 5% 50V COG 0603	25
CA01-0121	C CER, 18pF, 5%, 50V, NPO, 0603	0
CA01-0042	C CER, 1nF, 10%, 50V, X7R, 0603	25
CA01-0061	C CER, 1nF, 10%, 50V, 0805	25
CA01-0010	C CER, 10nF, 10%, 50V, X7R, 0603	25
CA01-0049	C CER, 100nF, 10%, 16V, X7R, 0603	0
CA01-0059	C CER, 100nF, 10%, 50V, 0603	50
CA01-0024	C CER, 100nF, 5%, 50V, X7R, 0805	50
CA01-0108	C CER 1uF, 16V, ±10%, X5R, 0603	25
CA01-0032	C CER, 1uF, 10%, X7R, 25V, 0805	25
CA01-0091	C CER, 1uF, 10%, 50V, X7R, 1206	0
CA01-0111	C CER, 2.2uF, 10%, 16V, X5R, 0603	0
CA01-0023	C CER, 2.2uF, 10%, 10V, X5R, 0805	0
CA01-0114	C CER, 4.7uF, 10%, 16V, X7R 0805	25
CA01-0082	C CER, 4.7uF, 10%, 50V, X7R, 1206	25
CA01-0083	C CER, 10uF, 10V, X5R, 0603	25
CA01-0012	C CER, 10uF, 10%, 16V, X5R, 0805	25
CA01-0033	C CER, 10uF, 10%, 35V, X5R, 1206	0
CA01-0098	C CER, 47uF, 20%, 10V, X5R, 1206	0
Bobinas		
Código	Descrição	Uni Rec
CA08-0003	Surface Mount Power Inductor, 8.2 µH, 20%, Shielded, 0.08 ohm, 1.75 A	0
CA08-0026	Surface Mount Power Inductor, 5.6µH, 20%, Shielded, 0.065 ohm, 1.95 A	0
Ferrites		
Código	Descrição	Uni Rec
CA06-0005	L FERRITE BEAD, 330R, 100MHz, 0603	10
CA06-0007	L FERRITE BEAD, 120R, 100MHz, 0603	8
Mosfets		
Código	Descrição	Uni Rec
CC16-0005	Q MOSFET, N CH, 50V, 0.22A, SOT23	0
CC16-0008	Q MOSFET N CH, 60V, 0.35A, 440mW, SOT23	0
CC16-0009	MOSFET Dual, N CH, 30V, 0,2A, SOT666	0
CC16-0026	U MOSFET N Channel, 11.5 A, 30 V, SOIC8	0
CC16-0021	Q N-Channel MOSFET 30V 62A TO-220AB	0
CC16-0038	Q MOSFET N CH, 550V, 24.8A, 152W, TO220	0
CC16-0012	Q MOSFET P -100V -40A 200W TO-220	0
CC16-0014	MOSFET, P, -55V, -31A, TO-220	0
CC16-0015	MOSFET, P CH, -20V, -1A, SOT323	0
CC16-0016	Q MOSFET P CH 100V 0.7A SOT23	0
Díodos		
Código	Descrição	Uni Rec

CC07-0009	D Schottky 40 V, 300 mA, SOD-323	0
CC07-0006	D RECTIFIER 0.3A 1N4148 DO-35	0
CC05-0020	D SCHOTTKY 40V 1A SOD123	0
CC05-0026	D DIODE 0.2A 300V SMINI2-F5-B	0
CC05-0029	D SCHOTTKY, 360mV, 3A, SOD-128	0
CC05-0027	D SCHOTTKY, 360mV, 5A, SOD-128	0
CC05-0034	D RECTIFIER 1A 1N4007 DO-41	0
CC05-0015	Q. DIODE STANDARD 3A 1300V	0
CC05-0031	D Schottky, 0.32V, 19A, TO-220AC	0
CC05-0032	D Schottky Dual, 0.49V, 2x20A, TO-220AB	0
CC10-0001	D ZENER 3V3 500mW SOD-80C	0
CC10-0006	Diodos Zener 1.8V 500mW	0
CC10-0015	DIODO, ZENER, 2,7V, 0,5W, DO-35 THT	0
CC10-0018	D Zener Single, 3 V, 300 mW, 5 %, 150 °C, SOD-323,	0
CC10-0001	D ZENER 3V3 500mW SOD-80C	0
CC10-0014	D ZENER 3V6 500mW SOD-80	0
CC10-0004	D ZENER 3V6 500mW SOD-123	0
CC10-0016	D Zener Single, 3.9V, 5%, 3W, DO-214AA	0
CC10-0011	D ZENER, 4V7, 5mA, SOD-323F	0
CC10-0017	D Zener Single, 5.6 V, 3W, 5%, 150 °C, DO-214AA	0
CC10-0002	Q DIODE ZENER 8.2V 0.2W SOD-323	0
CC10-0012	D ZENER 12V 400mW SOD-323	0
Cristais		
Código	Descrição	Uni Rec
CD01-0001	Y XTAL 8MHz 10pF 30PPM SMD	0
CD01-0012	Y XTAL 32.768KHz 12.5pf 20PPM SMD	0
CD01-0002	Y XTAL 20MHz	0
CD01-0003	Y XTAL 10MHz 16pF 50PPM SMD	0
CD01-0013	Y XTAL 25MHz 18pF 30PPM SMD	0
DC-DC e LDO		
Código	Descrição	Uni Rec
CB21-0067	VR DC/DC Non-Isolated 1 Fixed Output, Vin 9V To 36V, Vout 3.3V, 3.3W, Ripple 100mV, SIP-3 Package	0
CB21-0066	VR DC/DC Non-Isolated 1 Fixed Output, Vin 9V To 36V, Vout 5V, 5W, Ripple 100mV, SIP-3 Package	0
CB21-0040	U DC-DC CONVERTER 1A 5VOUT THT	0
CB21-0043	VR DC-DC CONVERTER TSR 1-24120 12V 1A SIP	0
CB21-0059	VR LDO 2-5.5V to 3V3, 455mV, 1A, SOT-223-4	0
CB21-0062	VR LDO 5.65V-16V, 5V, 650mV, 500mA, SOIC8	0

Anexo E. Fluxograma de revisão documental

Neste anexo está presente um documento, realizado em conjunto com a gestão operacional, onde é exemplificado todo o processo de revisão documental que deve ser seguido pelos trabalhadores da empresa das diversas áreas afetas a este processo.

