



**Princípios *Lean Manufacturing* aplicados à  
definição de um *layout* de uma unidade de  
produção**

Fátima Rodrigues

UMinho | 2021



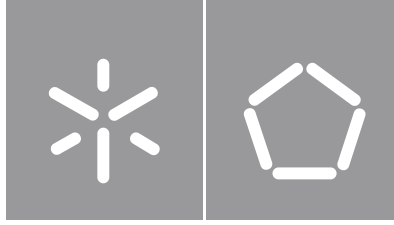
**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Fátima Regina Gomes Rosa Rodrigues

**Princípios *Lean Manufacturing*  
aplicados à definição de um *layout*  
de uma unidade de produção**

dezembro de 2021





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Fátima Regina Gomes Rosa Rodrigues

Princípios *Lean Manufacturing* aplicados à  
definição de um *layout* de uma unidade de  
produção

Dissertação de Mestrado  
Engenharia Industrial  
Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição**

**CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

A realização da presente dissertação é indicadora da conclusão de uma fase fundamental para o meu estatuto enquanto profissional na área de Engenharia Industrial. Com esta etapa foi possível dispor de um conhecimento real das exigências do mercado de trabalho, bem como expandir os conhecimentos que foram adquiridos ao longo do meu percurso académico. Assim sendo, é essencial mencionar que o auxílio que obtive direta e indiretamente demonstrou-se essencial para a progressão desta dissertação, pelo que não poderia não deixar o meu mais sincero agradecimento às pessoas que sempre me acompanharam nesta fase.

Começo assim, por agradecer à Efacec pelo acolhimento, possibilitando dessa forma uma experiência enriquecedora quer a nível de desenvolvimento pessoal quer a nível profissional.

De seguida, pretendo também deixar a minha gratidão ao Eng.º Francisco Oliveira, orientador do meu projeto na organização, pela disposição e interesse em me orientar ao longo deste meu percurso, bem como em auxiliar-me em todas as adversidades que foram surgindo. Não podia também de deixar o meu mais sincero agradecimento à Mestre Rute Pacheco, Eng.ª de Processo Industrial na Efacec, pela dedicação, partilha de conhecimento e disponibilidade total, que permitiram o aprimoramento de todas as fases constituintes desta dissertação.

Gostaria, também, de dirigir o meu agradecimento aos colaboradores do *Service* que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação, bem como aos operadores da oficina de equipamentos de média e alta tensão, pela sua colaboração e disponibilidade.

Agradeço também ao meu orientador científico, Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho, pela sua disponibilidade total em orientar-me e pelo seu contributo fundamental ao longo do desenvolvimento da dissertação.

Por último, gostaria também de demonstrar a minha gratidão para com os meus familiares e amigos, especialmente à minha mãe e ao meu namorado, que sempre se dispuseram em apoiarem-me incondicionalmente neste percurso da minha vida.

A todos, o meu mais sincero agradecimento pela vossa disponibilidade e apoio incondicional!

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## RESUMO

Enquadrada no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial da Universidade do Minho, a dissertação apresenta o trabalho desenvolvido em ambiente industrial na empresa Efacec, cujo objetivo consistiu na otimização de uma área de produção que fosse de encontro às suas necessidades contribuindo para a redução do peso das tarefas de valor não acrescentado; para a redução das distâncias percorridas, bem como para uma melhoria em termos ergonómicos e de organização dos postos de trabalho.

Visto isto, aplicou-se a metodologia Investigação-Ação, onde se iniciou o trabalho com o diagnóstico do estado atual. Realizou-se observações diretas, conversas informais e entrevistas semiestruturadas com os colaboradores, de forma a conhecer o processo e explorar a sua cadeia valor. Para a realização desta análise, recorreu-se as diferentes ferramentas como a categorização, em termos de valor, das diversas tarefas elementares, a técnica *5 Why's*, bem como a realização de uma auditoria à aplicação dos 5S na área de trabalho.

Após a realização do diagnóstico, constatou-se um *layout* inadequado às necessidades da organização, pelo que a solução proposta passou pela sua reconfiguração, através do método *Systematic Layout Planning* (SLP). De modo a promover apenas a presença dos itens estritamente necessários, foi também essencial o desenvolvimento de uma ferramenta em *excel* com o auxílio da linguagem *Visual Basic* para a identificação e gestão de material que sucessivamente acumula-se no chão de fábrica.

Com a nova disposição, estima-se uma redução de 15% relativamente às distâncias percorridas pelos produtos ao fim de um ano de trabalho. Relativamente às distâncias percorridas pelos operadores, é possível uma redução de aproximadamente 30%. Esta é possível com a aplicação das novas propostas desenvolvidas para a localização e armazenamento das ferramentas e consumíveis necessários à execução do trabalho.

Para finalizar, realizou-se ainda uma auditoria com o objetivo de avaliar a empresa em termos de aplicação dos 5S na unidade produtiva em estudo. Esta obtém uma reduzida classificação (24%). Neste sentido, empregando princípios 5S e Gestão Visual, diferentes propostas foram desenvolvidas neste âmbito, estimando-se uma passagem, com a realização de uma nova auditoria, de 24% para 74%.

## PALAVRAS-CHAVE

5S, Gestão Visual, *Lean Manufacturing*, *Systematic Layout Planning*, *Visual Basic*

## ABSTRACT

Framed under the master's degree in Industrial Engineering at the University of Minho, the dissertation presents the work developed in an industrial environment in the company Efacec, whose objective consisted in the optimization of a production area that would meet their needs contributing to the reduction of the weight of tasks of non-added value; to the reduction of distances traveled, as well as ergonomic improvement and job organization.

In view of this, the Investigation-Action methodology was applied, where the work began with the diagnosis of the current state. Direct observations, informal conversations and semi-structured interviews with employees were made to know the process and explore its value chain. To perform this analysis, was used different tools such as the categorization, in terms of value, of the elementary tasks, the technique *5Why's*, as well as the performance of an audit of the application of the 5S in the work area.

After the diagnosis, was found a layout inadequate to the needs of the organization, so the proposed solution was reconfiguration, through the *Systematic Layout Planning* (SLP) method. To promote only the presence of the strictly necessary items, it was essential *to develop an excel tool with the help of visual basic language* for the identification and management of material that successively accumulates along the shop floor.

With the new proposal, it is estimated a reduction of 15% compared to the distances traveled by the products after one year of work. For the distances covered by operators, a reduction of approximately 30% is possible. This is possible with the application of the new proposals developed for the location and storage of the tools and consumables necessary for the execution of the work.

Finally, an audit was also carried out with the objective of evaluating the company in terms of the application of the 5S in the production unit under study. This gets a low rating (24%). In this sense, using 5S principles and Visual Management, different proposals were developed in this context, estimating a passage, with the realization of a new audit, from 24% to 74%.

## KEYWORDS

5S, Visual Management, *Lean Manufacturing*, *Systematic Layout Planning*, Visual Basic



## ÍNDICE

Agradecimentos .....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xv
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.3 Estrutura do Documento .....	2
2. Abordagem Metodológica .....	4
2.1 Questões de Investigação.....	4
2.2 Estratégia e Filosofia de Investigação .....	4
2.3 Método de Investigação.....	5
3. Enquadramento Teórico .....	8
3.1 <i>Lean Thinking</i> .....	8
3.1.1 Princípios <i>lean</i> .....	10
3.1.2 Os sete desperdícios .....	11
3.2 Ferramentas <i>Lean Manufacturing</i> .....	12
3.2.1 Metodologia 5S.....	12
3.2.2 Gestão Visual.....	15
3.2.3 <i>One point lesson</i> (OPL).....	17
3.2.4 Análise 5 <i>Whys</i> .....	17
3.2.5 <i>Kamishibai</i> .....	18
3.3 <i>Systematic Layout Planning</i> .....	19

4.	Análise e Diagnóstico do Processo Atual .....	24
4.1	A Efacec <i>Power Solutions</i> .....	24
4.1.1	Unidade de negócio <i>Service</i> .....	25
4.2	Caracterização da Situação Atual .....	26
4.2.1	Caracterização do processo produtivo .....	29
4.2.2	Representação do <i>layout</i> da oficina VR.....	31
4.2.3	Representação dos fluxos .....	33
4.3	Análise Crítica ao Sistema Atual .....	36
4.4	Identificação das Oportunidades de Melhoria .....	48
5.	Apresentação das Propostas de Melhoria.....	50
5.1	Análise de Frequência de Utilização .....	50
5.2	Procedimento para o tratamento de desperdícios metálicos .....	52
5.3	Ferramenta de Gestão do Material de Reserva .....	55
5.3.1	Página do menu principal da ferramenta - <i>Home</i> .....	56
5.3.2	Procurar Artigo .....	57
5.3.3	Registar Artigo .....	59
5.3.4	Dar Entrada.....	63
5.3.5	Dar Localização .....	65
5.3.6	Dar Saída .....	65
5.3.7	Ver Artigo.....	66
5.3.8	<i>Dashboard</i> .....	67
5.4	Reconfiguração do <i>Layout</i> .....	69
5.4.1	Propostas para a organização do material no <i>layout</i> proposto.....	78
5.4.2	Aplicação de princípios 5S e Gestão Visual no <i>layout</i> proposto.....	85
5.5	Quadro 5S da Oficina .....	93
5.5.1	Quadro <i>kamishibai</i> .....	93

5.5.2	Auditorias aos 5S .....	96
5.5.3	Quadro Gestão Visual .....	98
6.	Análise e Discussão dos Resultados.....	102
7.	Conclusões e Trabalhos Futuros .....	107
7.1	Considerações Finais .....	107
7.2	Limitações e Trabalhos Futuros.....	111
	Referências Bibliográficas .....	112
	Apêndice 1 – <i>Layout</i> atual da oficina VR .....	116
	Apêndice 2 – <i>Template</i> da auditoria aos 5S.....	117
	Apêndice 3 – Primeira auditoria realizada aos 5S.....	119
	Apêndice 4 – Dimensionamento de um posto de trabalho em pé.....	121
	Apêndice 5 – OPL do quadro <i>kamishibai</i> .....	122

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1– Exemplo ilustrativo de um Gráfico de Relações .....	20
Figura 2 – Exemplo ilustrativo de um Diagrama de Relações .....	21
Figura 3 – Convenções utilizadas no desenvolvimento de um diagrama de relações .....	22
Figura 4 – Logótipo da empresa .....	24
Figura 5 - a) Transformadores de distribuição; b) máquinas rotativas .....	26
Figura 6 – Transformadores de potência .....	26
Figura 7 – Equipamentos de média e alta tensão .....	27
Figura 8 – Gráfico Quantidade-Produto .....	28
Figura 9 – <i>Layout</i> atual da oficina VR.....	32
Figura 10 – Secções de trabalho da oficina VR.....	32
Figura 11 – Equipamentos comuns às três áreas de trabalho .....	33
Figura 12 – Fluxo do Disjuntor SF6 de AT no <i>layout</i> atual.....	33
Figura 13 - Fluxo do operador na intervenção de disjuntores SF6 de AT no <i>layout</i> atual .....	34
Figura 14 – Percentagem do tipo das tarefas nos disjuntores SF6 AT .....	39
Figura 15 – Percentagem do tipo das tarefas nos disjuntores hidráulicos de AT .....	39
Figura 16 – Percentagem do tipo das tarefas na beneficiação DIVAC de MT .....	39
Figura 17 – Percentagem do tipo das tarefas na reparação de MT .....	40
Figura 18 – Percentagem do tipo das tarefas no <i>revamping</i> de MT .....	40
Figura 19 – Percentagem do tipo das tarefas nos ensaios elétricos de MT .....	40
Figura 20 – Excerto da auditoria aplicada na oficina VR.....	42
Figura 21 - Deslocações realizadas pelos operadores na desobstrução da área de trabalho .....	44
Figura 22 – Espaço ocupado na oficina pelos desperdícios metálicos .....	46
Figura 23 – Localizações da deposição do material de reserva.....	47
Figura 24 – <i>Output</i> retirado da análise de frequência de utilização.....	51
Figura 25 – Contentor de resíduos de cobre .....	53
Figura 26 – Contentor de resíduos ferrosos .....	53
Figura 27 – OPL para o tratamento de desperdícios metálicos .....	54
Figura 28 – Template empregue na identificação dos contentores .....	55
Figura 29 – Página principal da ferramenta – <i>Home</i> .....	56
Figura 30 – Formulário Procurar Artigo.....	58
Figura 31 – Exemplo ilustrativo de um processo de busca de um artigo.....	58

Figura 32 – Exemplo ilustrativo da página “Dados” da ferramenta .....	59
Figura 33 – Formulário Registrar Artigo.....	60
Figura 34 – Mensagem de erro para preencher os dados em falta .....	61
Figura 35 – Mensagem de erro para avisar a existência do código .....	61
Figura 36 – Mensagem de aviso para dar entrada do artigo .....	61
Figura 37 – Exemplo ilustrativo do email gerado para informar o registo de um artigo .....	62
Figura 38 – Botões “Adicionar” e “Editar” .....	62
Figura 39 – Formulário Editar Artigo .....	62
Figura 40 – Exemplo ilustrativo do formulário Registrar Artigo preenchido .....	63
Figura 41 – Exemplo ilustrativo do formulário para a entrada dos artigos .....	63
Figura 42 – Exemplo ilustrativo da página “Inventário” da ferramenta.....	64
Figura 43 – Exemplo ilustrativo do email gerado para informar a entrada de um artigo.....	65
Figura 44 – Exemplo ilustrativo do formulário inserir localização .....	65
Figura 45 – Exemplo ilustrativo do formulário para a saída dos artigos .....	66
Figura 46 – Mensagem de erro para alerta de quantidade insuficiente.....	66
Figura 47 – Exemplo ilustrativo do painel de consulta dos artigos .....	67
Figura 48 – Exemplo ilustrativo da página “Dashboard” da ferramenta .....	68
Figura 49 – Manual de Utilizador para o manuseamento da ferramenta .....	68
Figura 50 – Análise dimensional da intervenção aos disjuntores SF6 de AT .....	69
Figura 51 – Redução da oficina VR em 55 m <sup>2</sup> .....	70
Figura 52 – Matriz das relações com a respetiva legenda.....	72
Figura 53 – Proposta de <i>layout</i> desenvolvida .....	76
Figura 54 – Nova localização dos equipamentos comuns.....	77
Figura 55 – Fluxo do Disjuntor SF6 de AT no <i>layout</i> proposto.....	77
Figura 56 – Classificação quantitativa do peso .....	79
Figura 57 – Fluxo do operador nos disjuntores SF6 de AT no <i>layout</i> proposto.....	84
Figura 58 – Aplicação de princípios 5S e Gestão Visual no <i>layout</i> proposto .....	86
Figura 59 – Exemplo ilustrativo de marcação e identificação dos equipamentos móveis .....	86
Figura 60 – Exemplo ilustrativo da identificação das áreas macro de trabalho.....	87
Figura 61 – Conjunto de armários que permaneceram na nova proposta de <i>layout</i> .....	90
Figura 62 – Frente dos cartões <i>kamishibai</i> .....	94
Figura 63 - Verso do cartão do tipo A .....	94

Figura 64 – Plano de ações do tipo A .....	95
Figura 65 – <i>Template</i> do plano de ações resultante da auditoria aos 5S .....	97
Figura 66 – OPL para a normalização das regras na condução de uma auditoria 5S .....	98
Figura 67 – Exemplo ilustrativo do Quadro planeado para a oficina VR.....	99
Figura 68 – Exemplo ilustrativo de uma possível evolução dos 5S.....	100
Figura 69 – Exemplo ilustrativo das classificações de auditorias.....	100
Figura 70 – Exemplo ilustrativo do quadro 5S da oficina VR .....	101
Figura 71 – Total de itens vs Itens estritamente necessários .....	102
Figura 72 – Deslocações dos operados ao desobstruir a área de trabalho.....	103
Figura 73 – Comparação das distâncias em função da implementação das propostas .....	104
Figura 74 – Ganho previsto com a aplicação das diversas propostas .....	106
Figura 75 – <i>Layout</i> atual da oficina VR.....	116
Figura 76 – <i>Template</i> da auditoria aos 5S .....	118
Figura 77 – Primeira auditoria realizada aos 5S .....	120
Figura 78 – Dimensionamento de um posto de trabalho em pé .....	121
Figura 79 – OPL do Quadro <i>Kamishibai</i> .....	123

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Princípios básicos de <i>Lean</i> .....	10
Tabela 2 – Definições de Gestão Visual .....	16
Tabela 3 – Unidades de negócio da Efacec.....	25
Tabela 4 – Resumo das intervenções realizadas na oficina VR .....	28
Tabela 5 – Cadência anual de cada tipo de trabalho da oficina VR .....	29
Tabela 6 – Tarefas elementares (T <sub>i</sub> ) do tratamento dos disjuntores SF6 de AT .....	29
Tabela 7 – Distâncias percorridas pelos produtos no <i>layout</i> atual.....	35
Tabela 8 – Distâncias percorridas pelos operadores no <i>layout</i> atual .....	36
Tabela 9 – Distância total dos produtos e dos operadores no <i>layout</i> atual .....	36
Tabela 10 – Tarefas elementares da intervenção aos disjuntores SF6 de AT do tipo NVA.....	37
Tabela 11 – Tarefas elementares da intervenção aos disjuntores SF6 de AT do tipo VA.....	37
Tabela 12 – Tarefas elementares da intervenção aos disjuntores SF6 de AT do tipo NNVA .....	38
Tabela 13 – Pontuação a atribuir-se a cada critério .....	42
Tabela 14 – Conjunto de classificações da auditoria.....	43
Tabela 15 – Técnica 5 <i>Whys</i> na acumulação de desperdícios metálicos.....	45
Tabela 16 – Técnica 5 <i>Whys</i> na acumulação de material de reserva .....	46
Tabela 17 – Área ocupada pelo material de reserva .....	48
Tabela 18 – Efeitos indesejáveis e ações de melhoria para cada situação .....	48
Tabela 19 – Análise da frequência de utilização dos itens constituintes da oficina.....	50
Tabela 20 – Legenda da frequência de utilização .....	51
Tabela 21 – Funcionalidades dos botões do menu principal.....	57
Tabela 22 - Equipamentos necessários à realização do trabalho dos disjuntores de AT .....	71
Tabela 23 - Justificação das relações atribuídas .....	72
Tabela 24 – Requisição de espaço para a intervenção AT .....	73
Tabela 25 - Equipamentos necessários à realização do trabalho dos disjuntores de MT .....	74
Tabela 26 - Distâncias percorridas pelos produtos no <i>layout</i> proposto .....	78
Tabela 27 – Informações retiradas para cada material necessário ao trabalho.....	79
Tabela 28 – Alcances ideias para a realização de trabalho em pé .....	80
Tabela 29 – Propostas de armazenamento do material para os disjuntores hidráulicos .....	81
Tabela 30 - Propostas de armazenamento do material para os disjuntores SF6 de AT .....	82

Tabela 31 - Propostas de armazenamento do material para os disjuntores de MT.....	83
Tabela 32 – Distâncias percorridas pelos operadores no <i>layout</i> proposto.....	84
Tabela 33 – Normalização do estado de organização do material.....	88
Tabela 34 – Aplicação dos princípios 5S e Gestão Visual nos armários .....	91
Tabela 35 – Cartões <i>kamishibai</i> .....	93
Tabela 36 – Periodicidade entre auditorias.....	96
Tabela 37 – Área total ocupada por desperdícios metálicos e material de reserva .....	103
Tabela 38 – Análise comparativa das distâncias dos produtos .....	104
Tabela 39 – Análise comparativa das distâncias dos operadores.....	105



## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS**

AC – *Alternating Current*

AT – Alta Tensão

BT – Baixa Tensão

DC – *Direct Current*

EPS – *Efacec Power Solutions*

JIT – *Just in Time*

MT – Média Tensão

NNVA – *Necessary No Value Added*

NVA – *No Value Added*

OPL – *One Point Lesson*

SLP – *Systematic Layout Planning*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

VA – *Value Added*

VBA – *Visual Basic for Applications*

## 1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito de estágio curricular em ambiente industrial objetivando a obtenção do grau mestre em Engenharia Industrial.

Neste capítulo introdutório, realiza-se o enquadramento do tema da dissertação apresentando os seus objetivos, bem como a sua estrutura.

### 1.1 Enquadramento

Nos dias de hoje, o nível de exigência por parte dos clientes juntamente com o aumento da competitividade na indústria, têm contribuído numa procura constante por parte das organizações na melhoria do seu desempenho e no aumento da eficiência dos seus processos de forma a manterem-se competitivas e a irem ao encontro das necessidades do seu público-alvo (Pereira, Abreu, Silva, Alves, Oliveira, Lopes, & Figueiredo, 2016).

Posto isto, a subsistência das organizações encontra-se fortemente dependente da sua capacidade de resposta a estas contínuas alterações do mercado (Sundar, Balaji, & SatheeshKumar, 2014). Torna-se fundamental, por parte destas, a adoção de metodologias que proporcionem uma redução de desperdícios, bem como uma organização clara e objetiva. Para isso, é essencial encontrar um equilíbrio entre os fornecedores, a organização e os clientes (Sundar et al., 2014). Neste sentido, *Lean Manufacturing* tem vindo a ser cada vez mais adotado pelas diferentes organizações. Isto, na medida em que possibilita satisfazer a procura no momento certo com a qualidade pretendida e com o mínimo de recursos possíveis.

Este teve a sua origem no *Toyota Product System* (TPS) após a Segunda Guerra Mundial, aquando da necessidade por parte da *Toyota* em modificar a sua abordagem de produção para se poder manter no mercado (Alves, Kahlen, Flumerfelt, & Siriban-Manalang, 2014). No fundo, este conjunto de metodologias visa o aumento do valor intrínseco dos processos com a redução de todo o tipo de desperdício contribuindo assim para o aumento da produtividade (Sundar et al., 2014).

Existe, portanto, uma necessidade por parte das organizações em garantir sistemas de produção adequados às necessidades dos seus clientes, bem como flexíveis ao ponto de se reconfigurarem sempre que as condições do mercado se alterem. Neste contexto, com a aplicação dos princípios *Lean*, é possível

a formação de sistemas que rapidamente se adequem ao elevado leque de produtos proporcionando assim a sustentabilidade do seu negócio (Alves, Sousa, Dinis-Carvalho, & Moreira, 2015).

A presente dissertação foi desenvolvida em colaboração com a Efacec Energia, Máquinas e Equipamentos Elétricos, SA. Localizada na Arroteia, Porto. Mais propriamente na unidade de *Service*. Esta possui uma área responsável pelo *revamping*, reparação e beneficiação de equipamentos de média e alta tensão, mais comumente conhecida pela Oficina VR. Trata-se de uma área antiga que contempla equipamentos e ferramentas já obsoletas. Isto porque ao longo do tempo determinados serviços deixaram de ser realizados. Assim a área apresenta itens que constituem obstáculos ao fluxo de produção.

Desta forma, a organização propôs a otimização desta área consoante as suas necessidades reais de modo a poder validar também a possibilidade de cedência de espaço à oficina afeta à intervenção de transformadores de distribuição e máquinas rotativas, uma vez que esta se encontra com problemas de espaço para atender à sua habitual carga de trabalho.

Posto isto, a organização encontrava-se determinada em contrariar estas adversidades com a adoção e a aplicação dos princípios *Lean*. Esta pretendia iniciar um novo caminho enveredando-se por aquilo que a metodologia *Lean* defende.

## **1.2 Objetivos**

O presente projeto de dissertação visa a análise dos fluxos de valor e a reorganização do *layout* de uma unidade de produção empregando diferentes metodologias *Lean*. Tendo como objetivo a organização do *layout* da unidade produtiva com fim à obtenção de melhorias significativas através da:

- Redução do peso das tarefas de valor não acrescentado em 20%;
- Redução das distâncias percorridas em fluxo de produção;
- Melhoria das condições ergonómicas dos postos de trabalho;
- Organização dos postos de trabalho.

## **1.3 Estrutura do Documento**

A presente dissertação encontra-se estruturada em sete capítulos, sendo o primeiro este capítulo introdutório onde se realiza uma abordagem geral do tema, com o respetivo âmbito e objetivos.

Relativamente à segunda secção, esta descreve a abordagem metodológica levada a cabo no estudo para o desenvolvimento desta dissertação.

No terceiro capítulo, é apresentado um breve enquadramento dos fundamentos teóricos relativamente às metodologias utilizadas ao longo da dissertação, destacando-se as Ferramentas *Lean Manufacturing* e o método SLP.

Relativamente à terceira secção, esta descreve a abordagem metodológica levada a cabo no estudo para o desenvolvimento desta dissertação.

No quarto capítulo é realizada uma apresentação sucinta da empresa onde a dissertação foi desenvolvida, seguida da caracterização e diagnóstico da situação atual da área que serviu de base para o estudo. Finaliza-se com a exposição das diversas oportunidades de melhoria identificadas.

Quanto ao quinto capítulo, neste são expostas as diferentes propostas de melhoria desenvolvidas para contrariar os efeitos adversos detetados com a análise efetuada. Já no sexto capítulo, apresentam-se os resultados esperados com a implementação das diferentes propostas submetidas.

O sétimo capítulo anuncia as principais conclusões obtidas, finalizando com algumas sugestões para trabalhos futuros.

Por último, a presente dissertação termina com as referências bibliográficas utilizadas na sustentação dos fundamentos teóricos utilizados no decorrer da dissertação.

## **2. ABORDAGEM METODOLÓGICA**

Este capítulo é responsável pela exposição da abordagem metodológica conduzida ao longo da dissertação. Neste, apresentam-se as questões de investigação ao qual a dissertação deve dar resposta, a estratégia e a filosofia de investigação, bem como o método de investigação elegido para o desenvolvimento da dissertação.

### **2.1 Questões de Investigação**

Para que um projeto seja desenvolvido com sucesso, é de extrema importância que subjacente a este exista um processo de investigação. Porém, nem sempre este é linear e/ou racional, uma vez que implica quer uma revisão contínua dos diferentes estágios quer uma refinação das ideias (Romero, 2020). Assim sendo, é imprescindível que a investigação seja cuidadosamente planeada e gerida para que os objetivos pretendidos sejam alcançados. O modo de como o investigador executa a sua abordagem irá influenciar a direção da investigação e os resultados esperados (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2009).

Visto isto, a presente dissertação foi desenvolvida de forma a dar resposta às seguintes questões de investigação:

1. Qual a configuração a ser adotada pela unidade produtiva da Oficina VR para que vá de encontro às necessidades reais dos seus clientes?
2. Quais as ações, em termos de organização e limpeza, a serem assumidas pela organização, de forma a promover a diminuição das atividades de valor não acrescentado e melhorar as condições de trabalho dos operadores?

### **2.2 Estratégia e Filosofia de Investigação**

Anteriormente averiguou-se que, para a condução de um projeto, é essencial a realização de uma revisão bibliográfica relativamente aos temas necessários ao desenvolvimento desse mesmo. Neste caso, para a elaboração da presente dissertação, foi essencial abordar-se um vasto conjunto de conteúdos teóricos. Para tal, foi necessário realizar-se uma pesquisa exaustiva em diversos motores de busca e base de dados (*B-On*, *Mendley*, *Scopus*, *ScienceDirect* e *WebOfScience*). Isto, de modo a reunir-se toda a informação necessária e relevante ao trabalho.

Aquando da condução da pesquisa, procedeu-se ao levantamento da relevância que cada fonte continha para a investigação em si, ou seja, quais os tópicos de interesse. Desta forma, facilitou-se a segmentação

da informação necessária à formulação da revisão bibliográfica. Note-se que, de modo a garantir que as fontes de informação correspondessem ao âmbito da pesquisa, foi essencial a utilização de determinados termos dividindo logo de início a informação irrelevante da que continha interesse para o trabalho.

Relativamente à abordagem que se assume para a investigação desta dissertação, adotou-se uma análise dedutiva, visto pretender-se a aplicação de melhorias numa unidade produtiva através do emprego de princípios *lean manufacturing* e da reconfiguração do *layout*, pelo que estas alterações necessitarão de ser monitorizadas e testadas. No fundo, estabelece-se uma hipótese e desenvolve-se uma estratégia de investigação para testar a mesma.

Por último, no que diz respeito ao horizonte temporal da dissertação, este encontra-se localizado no tempo – Transversal. Por outro lado, relativamente aos métodos a serem empregues estes são de cariz misto, ou seja, do tipo quantitativos e qualitativos.

### **2.3 Método de Investigação**

Um dos passos fundamentais para o alcance dos objetivos definidos num dado projeto passa pela definição da metodologia de investigação mais adequada ao âmbito do mesmo. Tal passo é essencial, pois o planeamento e a gestão que um investigador realiza aquando da condução da sua investigação influencia diretamente nos resultados esperados (Saunders et al., 2009).

A presente dissertação visa a reconfiguração de uma unidade produtiva aplicando os princípios *Lean*. Por outras palavras, a dissertação aborda um contexto específico industrial com objetivos específicos, exigindo assim a realização de intervenções diretamente no local, assim como interações constantes entre o investigador e todas as partes integrantes do processo (Saunders et al., 2009).

Visto isto, considerando as características do estudo em causa, estipulou-se que a melhor estratégia a ser aplicada para o desenvolvimento desta dissertação seria a Investigação-Ação. Esta é conhecida por proporcionar um ambiente colaborativo e dinâmico, em que o seu principal propósito passa pela resolução de um problema real. Defende o constante envolvimento dos colaboradores da organização, visto que o estudo em causa acarretará mudanças impactantes para os mesmos (Eden & Huxham, 1996).

A essência desta estratégia assenta no *learning by doing*, que promove uma exploração entre a teoria e a prática, sendo o seu foco uma investigação ativa onde predomina uma mudança do ambiente industrial, apostando assim no diferencial competitivo. Defende assim que o tempo útil deve ser investido numa

fase de diagnóstico, de planeamento, de implementação das ações, de avaliação e de aprendizagem (O'Brien, 1998).

Numa primeira fase – de Diagnóstico, procedeu-se ao levantamento dos dados necessários com posterior análise dos mesmos. Aqui objetivou-se a identificação dos problemas juntamente com os desperdícios que estes originavam. Então, inicialmente, procedeu-se ao registo do estado atual da área em estudo. Isto através de observação direta do espaço e do comportamento dos operadores, bem como da realização de conversas informais e entrevistas semiestruturadas. Como *output* final, alcançou-se assim um retrato do processo produtivo, *layout* e fluxos, quer do produto, quer dos operadores. Uma vez concluído todo este levantamento, partiu-se para o diagnóstico propriamente dito. Procedeu-se então à categorização das diferentes atividades em termos de valor acrescentado. Isto, com o objetivo de visualizar a abrangência e o tipo de cada tarefa elementar.

Realizou-se também, com o intuito de avaliar a organização em termos de aplicação dos 5S, uma auditoria à área de trabalho que se encontrava sob análise. Foi ainda fundamental a aplicação da técnica *5Why's* para a obtenção da verdadeira causa de determinadas adversidades.

Numa segunda etapa – Planeamento, consoante os dados recolhidos na primeira fase, partiu-se para a estipulação das propostas de melhoria que melhor contrariassem os efeitos indesejáveis detetados com a análise. Para tal, foi necessário o envolvimento das chefias diretas para que em conjunto se desenvolvesse soluções que fossem de encontro aos objetivos da organização. Ainda nesta fase, procedeu-se à determinação do ganho esperado de cada melhoria planeada, de modo a avaliar teoricamente a proposta desenvolvida. Note-se que, para a elaboração destes planos, foi essencial a aplicação:

- De ferramentas *Lean*: 5S, Gestão Visual; OPL; *Kamishibai*;
- Do método SLP;
- Da linguagem *Visual Basic for applications* (VBA);
- E dos *softwares AutoCad e Inventor*.

Após a fase de planeamento, segue-se a implementação propriamente dita das ações de melhoria delineadas. Nesta fase, o investigador intervém em conjunto com a organização de modo a estipular-se a estratégia de implementação e a preparar-se as diferentes partes interessadas para a mudança a ser introduzida no ambiente industrial.

Uma vez terminada a execução de todas as ações de melhoria desenvolvidas, é fundamental dedicar-se um período para a monitorização das alterações efetuadas visando a avaliação do impacto das mesmas com base na comparação das medidas de desempenho (Fase da avaliação). Como *output*, pretende-se averiguar se de facto a implementação foi bem-sucedida e se proporcionou os ganhos esperados. Caso contrário, deve ser realizada uma reformulação das ações.

Por último, tem-se a fase de aprendizagem. Apesar de esta surgir em último lugar, esta deve ser levada em consideração em todo o processo de implementação. Desta retiram-se as principais lições/conclusões, bem como sugestões para trabalhos futuros.



### 3. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo é realizada uma revisão bibliográfica dos conceitos abordados o longo do desenvolvimento da dissertação. Numa primeira secção, apresentam-se os principais princípios do *Lean*, seguida da exposição de algumas das suas diversas ferramentas, finalizando com uma breve exposição do método SLP.

#### 3.1 *Lean Thinking*

Atualmente, o progresso do setor industrial constitui um dos fatores imprescindíveis para que um país possa alcançar uma economia sustentável. Desta forma, é cada vez mais, exigido às organizações um constante esforço no sentido de incentivar a melhoria contínua visando o alcance da excelência operacional (Sadiq, Amjad, Rafique, Hussain, Yasmeeen & Khan, 2021).

Num mundo em que, o aumento da competitividade é constante, as organizações preocupam-se em procurar opções estratégicas que lhes permitam uma diferenciação positiva (Sundar et al., 2014). Neste sentido, surge *Lean Thinking*, uma das metodologias mais reconhecida globalmente para a melhoria do desempenho das organizações proporcionando melhorias a nível da eficiência operacional (Sadiq et al., 2021).

Assim, de modo a acompanhar este avanço no mercado, a sobrevivência e superação da empresa dependem da sua capacidade de adaptação que permita uma vantagem competitiva e garanta um posicionamento estratégico. A aplicação de metodologias *Lean* permite alcançar a adaptabilidade necessária e aumentar o rigor no desempenho de processos, desenvolvendo sistemas de produção flexíveis, sendo que com todas estas implicará a reorganização física dos espaços produtivos, tornando-os mais eficientes e aptos a estas novas exigências e metodologias (Sadiq et al., 2021).

A filosofia *Lean* deriva do *Toyota Product System* (TPS), um sistema suportado pelas metodologias *Just-in-Time* (JIT) e *Jidoka*, pela força de trabalho flexível, bem como pelo pensamento criativo. Essencialmente, o seu propósito passa por reduzidos custos; reduzidos *lead-times* e elevada qualidade e segurança (Cruz, Tereso, & Alves, 2020).

O *Lean* tem vindo a ser amplamente aplicado nas mais diversas áreas, e apresenta um vasto conjunto de definições retratando as diferentes perspetivas e pontos de vista dos vários investigadores que ao longo do tempo se debruçaram sobre esta temática. De um modo geral, o *Lean* defende a produção sem desperdícios, isto é, uma produção sem atividades que não acrescentam valor do ponto de vista do

cliente. Por outro lado, é considerado um método que permite a maximização da criação do valor entregue ao cliente. Objetiva aumentar a eficiência das operações através da identificação de valor e desperdícios; do desenvolvimento do conhecimento e da criação de uma cultura de trabalho de melhoria contínua, promovendo a sustentabilidade nas operações de processos e na gestão empresarial (Abu, Gholami, Saman, Zakuan, & Streimikiene, 2019).

O *Lean* pretende melhorar sistemas de forma que estes sejam capazes de produzir a mesma quantidade de produto acabado utilizando um menor número de materiais, oferecendo ao mesmo tempo uma gama mais ampla de produtos ao cliente. Trata-se de um modelo de gestão organizacional que implica produzir mais com menos (Cruz et al., 2020).

O objetivo fulcral de *Lean* centra-se na agilização do fluxo de produção aquando da redução da utilização dos recursos. Com esta, as organizações observarão melhorias a nível de: custos; qualidade; flexibilidade dos seus sistemas, assim como entregas mais rápidas (Sancha, Wiengarten, Longoni, & Pagell, 2020).

A principal razão que tem contribuído para a difusão desta metodologia centra-se nos desejos internos oriundos dos objetivos da organização. A título de exemplo, motivos como: garantir satisfação do cliente; eliminar os desperdícios; reduzir os custos de produção; melhorar a qualidade dos produtos; maximizar o espaço utilizado; incentivar a limpeza e organização dos postos de trabalho; melhorar a partilha de informação, têm auxiliado cada vez mais na aplicação dos princípios desta abordagem. Todavia, nem todas as organizações conseguem uma implementação de sucesso, isto porque existem barreiras que necessitam de ser ultrapassadas, barreiras essas como: a resistência à mudança; conhecimento insuficiente das diversas metodologias de *Lean*, assim como falta de recursos financeiros (Abu et al., 2019)., Existem determinados fatores, que são críticos para uma implementação de êxito desta metodologia, sendo estes os seguintes (Alefari, Salonitis, & Xu, 2017):

- Gestão de topo;
- Formação e educação;
- Cultura de trabalho;
- Comunicação;
- Colaboradores;
- Recursos.

Com vista a colmatar a resistência à mudança presenciada em muitas organizações, o envolvimento ativo dos colaboradores tem constituído cada vez mais uma preocupação por parte dos setores industriais (Tortorella, Fettermann, Miguel, & Sawhney, 2020). As empresas apostam mais na formação dos seus colaboradores de modo que estes assumam os objetivos da organização como parte integrante dos seus próprios objetivos. É deveras importante que se envolva os operadores de forma que estes compreendam as mais valias que se podem alcançar com a aquisição de uma cultura organizacional baseada na melhoria contínua. Um outro aspeto fundamental foca-se no comprometimento da gestão de topo. Esta deve desenvolver uma visão clara do que é pretendido, garantir os recursos necessários, bem como fornecer uma liderança estratégica no acompanhamento de todas as iniciativas que surjam no âmbito *Lean* (Alefari et al., 2017).

### 3.1.1 Princípios *lean*

De acordo com os autores do livro *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Organisation*, *Lean* constitui a chave para a eliminação dos desperdícios existentes numa organização (Womack & Jones, 2023). Isto através da aplicação de 5 princípios básicos (Tabela 1) que auxiliam as organizações no desenvolvimento e manutenção de implementação de ferramentas *lean manufacturing* (Cruz et al., 2020).

Tabela 1 – Princípios básicos de *Lean*

<b>Princípios Básicos de <i>Lean</i></b>	
Princípio	Descrição
Especificação de valor	Identificação das atividades que acrescentam valor. Existem 3 tipos de atividades: as que acrescentam valor; as que não acrescentam valor, mas são necessárias, e por último as que não acrescentam valor e não são necessárias.
Identificação do fluxo de criação de valor	O objetivo de cada processo de melhoria passa por eliminar as atividades que não são necessárias. Para tal, é necessário realizar-se o mapeamento do processo de modo a identificar os diferentes tipos de atividades e encontrar a cadeia de valor.
Fluxo	Após a remoção das atividades que apenas geram desperdício, é necessário reformular toda a cadeia de valor, ou seja, redefinir o trabalho de modo a incentivar a criação de valor.

Produção Puxada	É também importante promover-se um sistema <i>pull</i> , isto é, em que será o cliente que irá despoletar as atividades produtivas.
Em busca da perfeição	Por último, esta metodologia também previne a estagnação da organização incentivando a melhoria contínua, pois existe sempre desperdícios para eliminar.

### 3.1.2 Os sete desperdícios

Uma vez que, toda a ação desta metodologia se centra na eliminação/redução dos desperdícios, torna-se prudente referenciar que tipos é que existem.

Em primeiro lugar, é fundamental esclarecer o conceito de desperdício. De um modo simples, desperdício são atividades que, do ponto de vista do cliente, não acrescenta valor e pelo qual este não se encontra disposto a pagar (Cruz et al., 2020).

Com isto, é necessário estabelecer na organização um *mindset* que promova a remoção dos desperdícios existentes, definidos por Taiichi Ohno como (Carvalho, n.d.; Souza & Alves, 2018):

- Produção em excesso: Produção para o qual ainda não se tem encomendas, ou quando se produz mais cedo do que o necessário.
- Esperas: Aguardar pela chegada de componentes, de informação ou pelo término do tempo de ciclo da máquina.
- Transportes: Deslocações de materiais desnecessárias. Enquanto se está a transportar o material não se está a acrescentar valor.
- Inventário: Níveis de *stocks* superior ao estritamente necessário, desde matérias-primas a produto acabado.
- Processamento em excesso: Operações/processos que de facto não acrescentam valor.
- Defeitos: Erros que acontecem durante o processo, não indo de encontro às especificações do cliente.
- Movimentos desnecessários: Movimentos desnecessários por parte dos operadores, que poderiam ser mais bem aplicados. Muitas vezes resultante de um *layout* ineficiente.

## 3.2 Ferramentas *Lean Manufacturing*

Foi no livro *The Machine That Changed The World* que se abordou, pela primeira vez, o conceito de *Lean Manufacturing* (Womack, Jones, & Roos, 1990). Trata-se de uma filosofia de gestão que se baseia no conceito japonês *Kaizen* (estratégia de melhoria contínua) que visa a eliminação de desperdícios no sistema produtivo. Por outras palavras, responsabiliza-se por eliminar tudo aquilo que não agrega valor a um produto (KII, 2015).

*Lean Manufacturing* tem como principal propósito a melhoria e a aceleração da produção através do tratamento de desperdícios em áreas chave das operações que não são benéficas para o processo de produção. Isto é, identifica diretamente problemas habituais nas operações (como equipamentos defeituosos, espaço não razoável, excesso de produção, entre outros) e de imediato trata de os solucionar objetivando a redução dos prazos de entrega, a melhoria da qualidade e a diminuição dos custos de produção (KII, 2015).

### 3.2.1 Metodologia 5S

A metodologia 5S consiste num método de gestão do espaço de trabalho, que emergiu no Japão como consequência da aplicação da cultura *Kaizen* (melhoria contínua a nível pessoal, social e profissional) (Jiménez, Romero, Domínguez, & Espinosa, 2015). Esta foi implementada, primeiramente, na *Toyota Motor Corporation* como parte do seu sistema de produção, onde o principal objetivo centrava-se no estabelecimento de qualidade no ambiente da organização. Desde a sua introdução e aceitação nas empresas japonesas, esta metodologia tem vindo a ser implementado com sucesso nos demais países ocidentais (Randhawa, 2017). Esta é entendida como um meio de alcançar a qualidade desejada através da conceção de um ambiente favorável aos processos empresariais. É vista como um ponto de partida para uma organização que pretenda ser reconhecida como um produtor responsável (Veres, Marian, Moica, & Al-Akel, 2018).

O nome desta metodologia deriva, essencialmente de cinco palavras japonesas que constituem os fundamentos a ter-se em consideração aquando da sua implementação no chão de fábrica. Integram as diferentes fases pelo qual é necessário passar-se, sendo as mesmas apresentadas de seguida (Peiris, Hui, Ngo, Duffield, & Garcia, 2021; Randhawa, 2017):

#### I. **SEIRI** – Selecionar:

Nesta primeira fase, o objetivo passa por identificar quais os materiais, ferramentas e informações que são realmente necessárias à realização do trabalho, promovendo assim uma utilização equilibrada dos

recursos disponíveis. Isto através da contabilização da frequência com que um dado elemento é manipulado. No fundo, apela-se à não acumulação no local de trabalho de itens irrelevantes, eliminando assim obstáculos no fluxo de trabalho. Defende-se, assim, a utilização eficiente do espaço de trabalho. Posto isto, com esta fase obtém-se benefícios como: economia de espaço; diminuição no tempo de procura e um local de trabalho limpo e seguro (Peiris et al., 2021; Randhawa, 2017).

## **II. SEITON – Ordenar:**

Após a determinação dos itens que permanecerão no ambiente do trabalho, é necessário simplificar o acesso ao local e definir o arranjo físico que possibilitará a forma mais funcional para a execução das atividades. Isto é, devem-se organizar as ferramentas e os materiais de modo que cada possua um local de armazenamento dedicado.

O objetivo passa por desenvolver um uso económico da área de trabalho visando um armazenamento organizado dos materiais. Questões como “Quem?”; “O quê?”; “Quando?”; “Onde?” e “Como?” devem ser realizadas para cada item de forma a garantir locais designados para cada um deles. Basicamente, pretende-se encontrar o melhor posicionamento para cada elemento, tendo em consideração a sequência, a frequência, e o formato dos mesmos. De referir que, esta posição deverá ser clara para todos os operadores. Com a aplicação deste passo, é possível alcançar vantagens como: um rápido processamento; uma redução de erros e disciplina (Peiris et al., 2021; Randhawa, 2017).

## **III. SEISO – Limpeza:**

Essencialmente, o terceiro S enfatiza a autoinspeção, a limpeza e a criação de um local de trabalho sem falhas. É essencial que, com a ordenação do local de trabalho, se adotem ações que privilegiem o “manter limpo” em vez do limpar, ou seja, os operadores devem-se certificar que tudo está e se mantêm no local para o qual foi designado. Estes devem ter em consciência que é mais importante não sujar do que limpar. Com isto, é possível obterem-se algumas vantagens como: reduções nas falhas dos equipamentos; melhoria da qualidade do produto e melhoria na segurança do trabalho (Peiris et al., 2021; Randhawa, 2017).

## **IV. SEIKETSU – Normalizar:**

Nesta fase deve-se proceder à normalização de toda a informação sobre a localização, utilização, função, entre outros, dos elementos que constituem o local de trabalho. O objetivo centra-se em manter a área de trabalho de forma que seja organizada e confortável, repetindo *Seiri-Seiton-Seiso*. É nesta fase que se definem e se implementam as melhorias que derivam dos 3´S anteriores concebendo métodos de

trabalho. Existe assim, a necessidade de se estabelecer e garantir padrões que promovam a arrumação e limpeza do local de trabalho. Com esta padronização, pode-se ter benefícios como o aumento da eficiência do processo (Peiris et al., 2021; Randhawa, 2017).

**SHITSUKE** – Suster e Disciplinar:

Este último S representa a sustentação de todos os S's anteriores. Requer mudanças proativas no comportamento dos colaboradores a todos os níveis de uma organização. Pretende enraizar as habilidades de se fazer as coisas de uma forma corretamente padronizada, incentivando os operadores a criarem bons hábitos de trabalho e garantir que todos os operadores trabalham autonomamente, sabendo quais as suas responsabilidades e importância na manutenção desta técnica como sendo um modo de vida (Peiris et al., 2021; Randhawa, 2017).

Os 5S consiste numa metodologia que objetiva o alcance sistemático da organização e padronização de um local de trabalho que agrada todos os colaboradores. Resume-se numa técnica de reestruturação dos postos que fornece bases para melhoria significativas. No fundo, um local de trabalho organizado proporciona um ambiente de produção eficiente e seguro, elevando assim a motivação e bem-estar dos colaboradores. Com isto, promove-se o sentimento de propriedade e o orgulho das suas responsabilidades (Randhawa, 2017). Embora uma ferramenta simples, é também poderosa, no auxílio na identificação e eliminação dos desperdícios existentes no espaço de trabalho. Força as empresas a visualizar questões que muitas vezes se encontram esquecidas (Veres et al., 2018).

De salientar que esta metodologia é vista de diferentes maneiras pelas diversas regiões, isto é, para os japoneses, os 5S constitui uma estratégia que visa o alcance da excelência organizacional, aspeto esse absorvido pelos colaboradores tanto a nível profissional como pessoal. Por outro lado, em regiões como o Reino Unido e a América, esta ferramenta apenas é entendida como um método de organização do espaço de trabalho (Omogbai & Salonitis, 2017).

A contínua implementação deste método em várias organizações tem revelado uma série de vantagens como (Veres et al., 2018):

- Melhoria da qualidade dos produtos/serviços;
- Ambiente de trabalho limpo e produtivo;
- Redução de custos;
- Melhoria da manutenção e segurança;

- Aumento da eficiência e da eficácia dos processos;
- Maior confiabilidade dos equipamentos;
- Disciplina e melhor envolvimento no espaço de trabalho;
- Maior responsabilidade e trabalho em equipa, entre outros.

O maior desafio desta abordagem passa por perceber como incorporar a prática dos 5S na vida de todos, principalmente a nível dos colaboradores (Veres et al., 2018).

### 3.2.2 Gestão Visual

De acordo com a literatura existente, existe um défice na terminologia comum ao descrever os métodos visuais que apoiam a gestão de uma organização. Alguns exemplos utilizados para retratar esta ferramenta são: Gestão Visual, Controlo Visual, Comunicação Visual, Fábrica Visual, entre outras. Porém, no presente relatório, o termo a ser utilizado será o de Gestão Visual (Jaca, Viles, Jurburg, & Tanco, 2014).

O desenvolvimento das práticas da Gestão visual pode ser rastreado até meados da década 1940, época em que o TPS se encontrava em evolução. Esta técnica é conhecida por servir todos os princípios deste sistema (fluxo; valor; harmonia; perfeição e *scientific mindset*), no sentido que comunica as métricas, os objetivos e o desempenho atual da empresa de um modo simples, proporcionando um fluxo de informação eficiente e eficaz (Eaidgah, Maki, Kurczewski, & Abdekhodae, 2016).

O principal foco desta técnica centra-se em aumentar o fluxo extensivo de informações dentro de um ambiente de trabalho e remover todas as barreiras no fluxo de informação. Pretende tornar a organização mais transparente ao disponibilizar a informação a todos os *stakeholders* do projeto (Singh & Kumar, 2020).

Ao longo da literatura encontram-se várias definições para a Gestão Visual. Deste modo, elaborou-se a Tabela 2 com o intuito de anunciar algumas dessas mesmas (Eaidgah et al., 2016).



Tabela 2 – Definições de Gestão Visual

Definições de Gestão Visual	
Autor (s)	Definição
Narusawa e Shook (2009)	Disponibilização de uma visão clara de todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicador de desempenho do sistema de produção de modo que o <i>status</i> do sistema possa ser facilmente compreendido por todos os envolvidos.
Goodson (2002)	Ferramentas que fornecem dicas e orientações visuais de modo a guiar os colaboradores para os locais e tarefas apropriadas.
Liker (2003)	Qualquer dispositivo de comunicação que fornece informações <i>just-in-time</i> , de modo a informar rapidamente como o trabalho deve ser realizado e se este se encontra conforme.

A Gestão Visual consiste num sistema de gestão que visa a melhoria do desempenho de uma organização através da aplicação de estímulos visuais. Estes servem para facilitar a partilha da informação relevante ao processo de um modo simples, rápido e que seja de fácil compreensão para todos os colaboradores (Steenkamp, Hagedorn-Hansen, & Oosthuizen, 2017). Acredita-se que a Gestão Visual pode ser aplicada em dois domínios ligeiramente diferentes. No primeiro, recorre-se a esta como uma ferramenta informativa utilizada exclusivamente para visualizar as informações. No segundo domínio, esta funciona como uma ferramenta diretiva que, para além de visualizar as informações, auxilia na exibição de requisitos, na definição de direções e na orientação das ações. Alguns exemplos da aplicação desta segunda vertente são: os *traffic lights*; o alarme de evacuação; os quadros de gestão visual; os cartões *Kanban*, a sinalização, entre outros (Eaidgah et al., 2016).

No âmbito de *Lean*, a Gestão Visual é compreendida como o veículo para interpretar o desempenho atual da organização, visando o fornecimento de uma plataforma que incentive a melhoria contínua. Esta é empregue com o propósito de expor problemas, inspirar melhorias e compreender as situações, isto num curto período de tempo (Bateman, Philp, & Warrender, 2016).

Ao longo dos anos, diversos autores transmitiram os benefícios que poderiam ser alcançados com a aplicação das demais técnicas da Gestão Visual. Com esta, os resultados do desempenho ficam mais transparentes; as lacunas do processo são facilmente identificadas possibilitando a sua resolução mais rapidamente. Facilita também a identificação das atividades que não acrescentam valor ao produto, bem

como a produção de sucata e outros resíduos. Numa visão mais holística, é ainda possível a estimulação de todos os colaboradores da organização, servindo como base à melhoria contínua, conduzindo a uma maior sensibilidade para com as necessidades dos clientes (Jaca et al., 2014).

### 3.2.3 *One point lesson* (OPL)

As *One point lesson* 's constituem uma ferramenta de apoio ao *Total Productive Maintenance* (TPM), técnica descrita como uma estratégia da produção com o propósito de melhorar a produtividade, assim como o desempenho dos equipamentos. Neste âmbito, a OPL auxilia na comunicação dos conceitos do TPM na formação aos colaboradores, isto é, destinam-se à educação dos operadores relativamente aos processos/melhorias que são implementados (Joochim & Meekaew, 2016). Funciona como uma ferramenta para a normalização do trabalho, como simples instruções visuais colocadas num local visível na área de trabalho (Santos, 2018). Normalmente, concebidas com base no conhecimento dos operadores e com o objetivo de garantir a repetibilidade das ações, bem como providenciar conhecimentos aos operadores, comunicando-lhes as melhores soluções possíveis (Szwedzka & Kaczmarek, 2018).

Importante referir que, estas devem ser desenvolvidas de modo a possibilitarem uma rápida e fácil compreensão por parte dos operadores, transmitindo assim a informação de forma clara e objetiva. Com isto, deve-se ter em atenção o facto de não colocar informação em excesso e recorrer sempre que possível a elementos visuais, uma vez que permite uma memorização mais rápida por parte dos colaboradores (Santos, 2018).

### 3.2.4 Análise 5*Whys*

A análise 5*Whys* consiste numa metodologia bem estabelecida na literatura científica e na prática industrial, onde o seu objetivo primordial baseia-se na melhoria quer da eficiência, quer da eficácia de qualquer processo produtivo (Braglia, Frosolini, & Gallo, 2017). Esta foi refinada por Sakichi Toyoda e aplicada na *Toyota Motor Corporation* aquando da evolução das suas metodologias de fabricação (Gangidi, 2019). Visa a redução dos desperdícios existentes num ambiente industrial (Benjamin, Marathamuthu, & Murugaiah, 2015).

Taiichi Ohno, fundador do TPS, descreve esta metodologia como “... *the basis of Toyota's scientific approach...by repeating why five times, the nature of the problem as well as its solution becomes clear*” (Braglia et al., 2017). Este foi um ávido defensor da aplicação desta metodologia na resolução de problemas, no sentido que possibilita a deteção das suas causas raiz. Ao questionar-se,

sistematicamente, o porquê de dada situação suceder-se, é possível separar os sintomas das verdadeiras causas (Benjamin et al., 2015). No fundo, revela a influência oculta de uma causa distante, ilustrando assim a importância de se aprofundar um determinado caminho (Card, 2017).

De referir ainda que, para que esta análise seja conduzida com sucesso, é fundamental que se afete tempo na definição do problema a ser estudado. Este deve ser claro e conciso de forma a descrever observações específicas do resultado indesejado (Gangidi, 2019). Uma vez identificado, esse mesmo deve ser questionado de forma sistemática até que se identifique a sua causa raiz. Porém, não significa que seja estritamente necessário repetir-se este processo as cinco vezes. Uma vez detetada a razão por detrás do problema, o processo deve ser terminado e proceder-se à análise das possíveis ações de melhoria (Benjamin et al., 2015).

### 3.2.5 *Kamishibai*

A origem da técnica *kamishibai* remonta ao século XII. Esta surge como uma prática da cultura japonesa a que os monges budistas recorriam para o relato de histórias. Era um costume a exposição de desenhos em pedaços de papeis e relacionar a uma determinada história. Já no século XX, renasce como uma forma de narrar histórias a crianças. Por outro lado, a nível industrial, o seu propósito é praticamente o mesmo. Recorre a um quadro com cartões para transmitir determinada informação (Correia, n.d.). Fornece uma visualização das diferentes atividades de modo a proporcionar um fluxo suave da sua concretização (Ellis, 2020).

Esta técnica tem vindo a ser cada vez mais empregue como um sistema de gestão visual. Isto é, consiste num sistema de cartões em que a sua estratégia foca-se na criação, apoio e sustentação dos processos produtivos através do recurso a sinais visuais. Trata-se de um sistema simples de verificação que, através de cartões, possibilita uma revisão sistemática de aspetos críticos que se podem encontrar num ambiente de trabalho. Normalmente, estes aspetos encontram-se relacionados às métricas pela qual uma empresa é avaliada, como a segurança, a qualidade, a produtividade, os custos, os 5S, entre outros. Foca-se principalmente em fornecer um método que possibilite uma visualização rápida e fácil de modo a adotar-se as devidas ações de melhoria que possibilitem retornar à condição padrão (Niederstadt, 2013) .

O quadro *kamishibai* facilita a gestão visual das verificações/tarefas pré-determinadas no sentido que garante que estas sejam solicitadas e concluídas no prazo desejado. Trata-se de um sistema simples e flexível que pode ser aplicado em qualquer ambiente de trabalho (Niederstadt, 2013).

### 3.3 *Systematic Layout Planning*

Aquando da configuração de um *layout* é imprescindível ter-se em consideração o modo em como este afetará o processo de fabrico. A principal finalidade centra-se em facilitar a produção, porém, adicionalmente, também se objetiva a minimização das distâncias percorridas, que por sua vez contribuirá para redução de tempos de transporte. É pretendido um arranjo físico que promova flexibilidade e uma utilização económica do espaço disponível. Assim sendo, é fundamental afetar-se tempo para o planeamento do arranjo físico a ser instalado (Muther & Hales, 2015).

Visto isto, importa referir que, habitualmente, o planeamento do *layout* contempla 4 fases, sendo estas anunciadas de seguida (Muther & Hales, 2015):

- a) Fase I: Determinação da localização da área a ser dimensionada.
- b) Fase II: Estabelecimento do arranjo físico geral da área selecionada na fase anterior. Aqui, os fluxos e as subáreas são atribuídos de um modo mais amplo.
- c) Fase III: Afetação de cada peça específica de maquinaria e de equipamentos na área a ser dimensionada.
- d) Fase IV: Por último, a instalação do novo *layout* deve ser planeada e aprovada de modo a realizar-se as deslocações físicas necessárias.

Um dos métodos mais conhecidos para a realização deste planeamento é o SLP. Este consiste numa forma organizada de planear todo o projeto envolvente na conceção de um novo *layout* (Muther & Hales, 2015). Consiste num conjunto de fases pelo qual todos os projetos de *layout* passam. Tem como objetivo a identificação, a visualização e a classificação das diversas atividades e das suas relações (Khariwal, Kumar, & Bhandari, 2020). Todas as propostas de *layout* assentam nos três seguintes fundamentos (Muther & Hales, 2015):

- Relações, isto é, o grau relativo da proximidade que é desejada entre os diferentes itens a constituir o *layout*;
- Espaço que será necessário para albergar o tipo de trabalho a ser efetuado na área a ser dimensionada;
- Ajuste do arranjo planeado para que vá de encontro à realidade do ambiente industrial em questão.

Posto isto, importa referir que este método possui ainda uma versão simplificada. Esta destina-se a situações cujo nível de complexidade adjacente à reconfiguração não se demonstra tão elevado. Esta alternativa compreende um conjunto de 6 passos que são necessários num projeto de (re) arranjo físico, sendo estes apresentados de seguida (Muther & Hales, 2015):

- **Passo I** – Desenvolvimento do Gráfico de Relações: Consiste na determinação da proximidade relativa desejada entre as diferentes atividades ou áreas de trabalho. O objetivo foca-se em alcançar o *output* (Gráfico de Relações – Figura 1) que especifique o quão próximas as diferentes atividades devem-se encontrar umas das outras. Este gráfico evidencia quais as áreas que apresentam relações demonstrando assim a importância da proximidade de cada uma, bem como a justificação por trás dessa exigência (Muther & Hales, 2015).

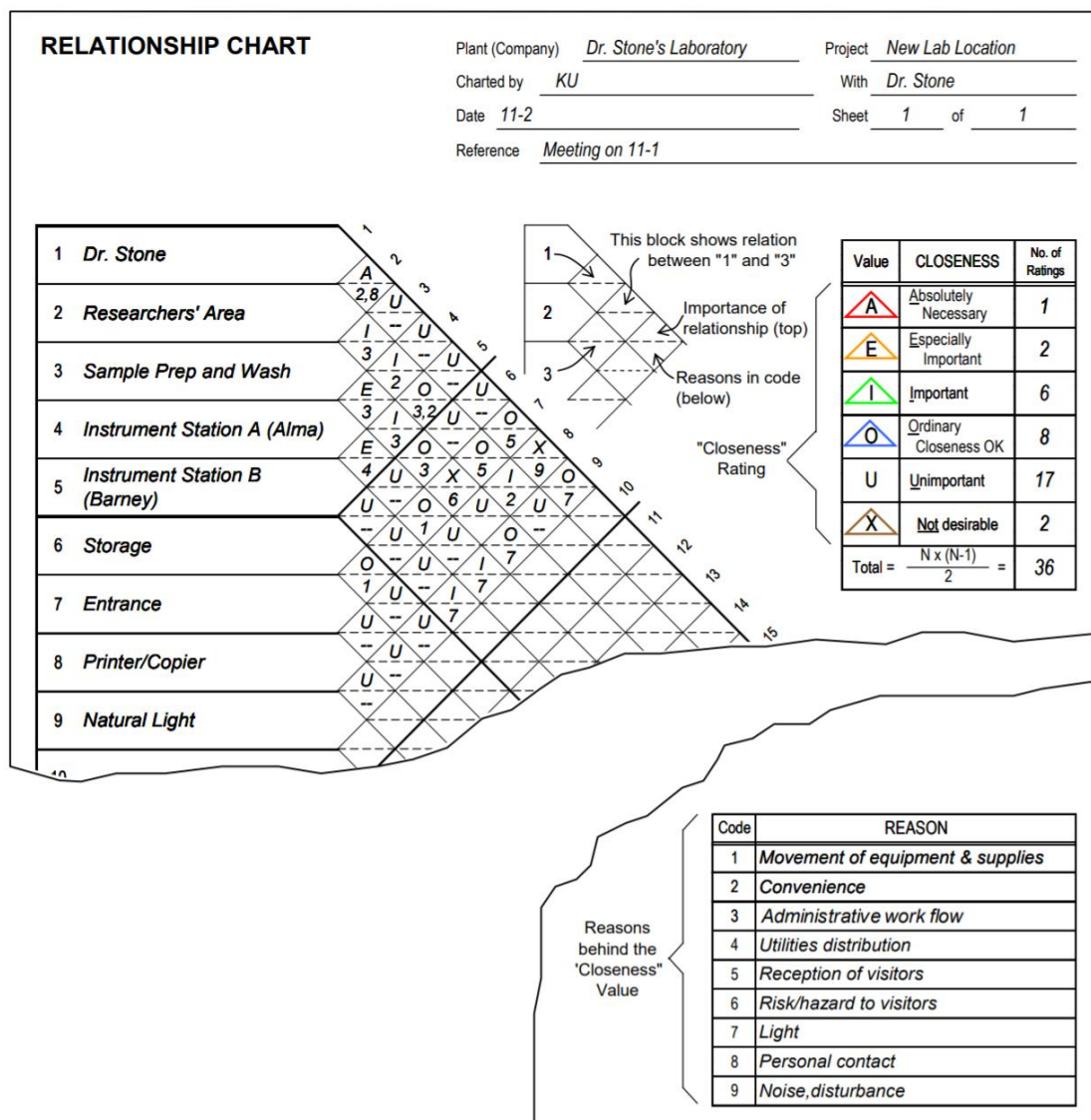
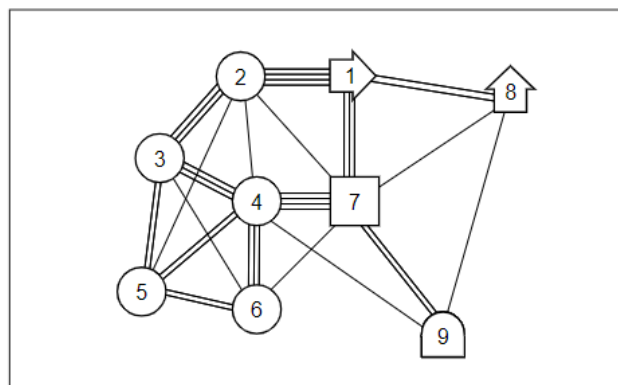


Figura 1– Exemplo ilustrativo de um Gráfico de Relações

(Muther & Hales, 2015)

Analisando a Figura 1 percebe-se que, para cada par de atividades (ou áreas de trabalho), terá de se averiguar a necessidade de estas se encontrarem próximas estabelecendo assim, em caso afirmativo, a importância dessa mesma proximidade. Esta será avaliada de acordo com uma escala de valores: A, E, I, O, U e X, em que A indica uma proximidade absolutamente necessária e X uma proximidade indesejável, sendo que as atividades/áreas devem ser mantidas em separado. Por outro lado, é também comum a apresentação codificada da justificação para o valor atribuído ao grau de proximidade entre cada par de atividades/áreas de trabalho (Muther & Hales, 2015).

- Passo II – Definição da requisição de espaço: Uma vez determinado o grau de proximidade entre as diferentes atividades/áreas de trabalho, torna-se necessário determinar o espaço essencial ao apoio dessas mesmas. Esta análise deve ter em consideração todas as condições físicas existentes que possam condicionar a forma de como os equipamentos serão dispostos (Muther & Hales, 2015).
- Passo III – Desenvolvimento do Diagrama de Relações: Basicamente, consiste na transformação da informação presente no gráfico de relações num diagrama que, visualmente, transmite a forma de como as áreas se devem encontrar umas das outras (Figura 2) (Muther & Hales, 2015).



*Figura 2 – Exemplo ilustrativo de um Diagrama de Relações*  
(Muther & Hales, 2015)

Cada atividade/área é representada por um símbolo (tendo por base o padrão ANSI estabelecido para o mapeamento de processos) e identificada com um número. Relativamente ao grau de proximidade, este é retratado através da intensidade das linhas que une cada par. Isto é, para áreas cuja proximidade é estritamente necessária, representa-se a sua união com 4 linhas. Para os casos em que a proximidade não é desejável, opta-se pela representação de uma linha em ziguezague. Na Figura 3, expõe-se as convenções utilizadas para a formação deste diagrama. É

ainda habitual o recurso a cores para a diferenciação quer do tipo de atividades, quer do grau da proximidade (Muther & Hales, 2015).

Process Chart Symbols & Action*	Symbols Extended to Identify Equipment & Space	Color Ident.	Black & White**
* ○ Operation	○ Forming or Treating Equipment & Space	Green**	
	○ Assembly, Sub-Assembly, Dis-Assembly	Red**	
* ➡ Transportation	➡ Transport-related Equipment & Space	Orange Yellow**	
◊ Handling	◊ Handling Areas -- Pick-up & Set-Down	Orange Yellow**	
* ▽ Storage	▽ Storage Equipment and Space	Orange Yellow**	
* D Delay	D Set-down or Hold Areas	Orange Yellow**	
* □ Inspection	□ Inspect, Test, Check Equipment & Space	Blue**	
* A.N.S.I. Standard ** MHMS (IMMS) Standard (Adopted as basic to SLP procedure)	⌒ Service & Support Equipment & Space	Blue**	
	⬆ Office or Planning Areas, or Building Features	Brown** (Gray)	

Vowel Letter	No. Value	No. of Lines	Closeness Rating	Color Code
A	4		Absolutely Necessary	Red**
E	3		Especially Important	Orange Yellow**
I	2		Important	Green**
O	1		Ordinary	Blue**
U	0		Unimportant	Uncolored**
X	-1		Not Desirable	Brown**
XX	-2,-3,-4,?		Extremely Undesirable	Black

Figura 3 – Convenções utilizadas no desenvolvimento de um diagrama de relações

(Muther & Hales, 2015)

Note-se que, consoante o grau de proximidade, a distância das linhas também difere isto é, quanto menor for o nível de proximidade, maior será a distância entre as diferentes áreas (Muther & Hales, 2015).

- Passo IV – Desenho do *layout*. Uma vez estabelecido as relações e o espaço necessário, pode-se iniciar o desenho preliminar da nova configuração do *layout*. Este pode ser dimensionado em formato eletrónico ou então em papel milimétrico. É perfeitamente normal que à medida que se desenvolva a nova proposta de *layout*, este sofra pequenos ajustes. Assim sendo, com esta

etapa, bloqueia-se a posição relativa de área de trabalho, bem como o espaço necessário (Muther & Hales, 2015).

- Passo V – Avaliação de alternativas para o novo *layout*. Este passo consiste em determinar objetivamente o valor relativo das diferentes opções de *layout*. Esta avaliação deve ser executada em detrimento dos objetivos que se pretendem alcançar com a nova ou reconfiguração do *layout*. Deve-se então analisar quais os fatores que irão influenciar a seleção das diversas alternativas atribuindo a cada pesos relativos a consoante a sua magnitude (Muther & Hales, 2015).
- Passo VI – Detalhar o *layout* selecionado: Uma vez identificado e aprovada a proposta a ser implementada, deve-se partir para o desenho final do *layout* especificando todos os pormenores necessários, como: a localização das diferentes áreas; os equipamentos/máquinas que irão compor cada área; os dados e as dimensões de identificação, entre outros (Muther & Hales, 2015).



## 4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO PROCESSO ATUAL

Neste capítulo realiza-se uma breve apresentação da empresa onde foi realizada a presente dissertação. Além disso, procede-se à caracterização do sistema atual da área de estudo, principalmente a nível do processo produtivo e do *layout*. Após a descrição, segue-se a realização de uma análise crítica ao ambiente industrial, apontando assim as principais oportunidades de melhoria identificadas, bem como as diferentes sugestões de melhoria propostas.

### 4.1 A Efacec Power Solutions

A Efacec Power Solutions – EPS (Figura 4), fundada em 1905, caracteriza-se por ser uma empresa portuguesa que marca a sua presença em mais de 65 países.



*Figura 4 – Logótipo da empresa*

Esta é uma sociedade anónima, com sede no lugar de Arroteia, concelho de Matosinhos. Para além da sede, a Efacec também centra as suas atividades em outros dois polos, na Maia e em Lagoas Park, Oeiras. Importante referir que, o presente projeto foi desenvolvido no polo de Arroteia.

Esta organização é caracterizada por apresentar um perfil orientado para o futuro e para a inovação, procurando sempre desenvolver produtos e sistemas com valor acrescentado. Atualmente, é conhecida como uma marca de prestígio preocupada em superar todos os seus desafios e capaz de se adaptar às mais diversas mudanças do mercado onde se encontra inserida.

Relativamente à sua atividade de negócio, a Efacec foca-se no desenvolvimento de infraestruturas em setores de indústria que se demonstram vitais para a sociedade. Procura desenvolver e disponibilizar soluções integradas nos campos de energia, mobilidade e ambiente com o principal propósito de moldar o futuro mantendo a conectividade digital sempre presente. Esta oferece um portefólio abrangente, disponibilizando aos seus clientes produtos de acordo com as suas especificações. A Efacec preocupa-se em antecipar e moldar o futuro através de transformadores, aparelhagem, *service*, soluções de automação, sistemas de energia, projetos de ambiente e indústria, transportes e soluções de mobilidade elétrica. A Tabela 3 demonstra-se assim as diferentes unidades de negócio que constituem a Efacec.

Tabela 3 – Unidades de negócio da Efacec

<b>Produtos de Energia</b>	<b>Mobilidade</b>	<b>Ambiente</b>
Transformadores	Mobilidade Elétrica	Ambiente
Automação	Sistemas	
Aparelhagem		
Sistemas		
<i>Service</i>		

#### 4.1.1 Unidade de negócio *Service*

Como referido anteriormente, o trabalho desenvolvido nesta organização decorreu no polo de Arroteia, mais concretamente na unidade de negócio *Service*. Esta conta com uma equipa de mais de 150 colaboradores e marca a sua presença em países como Portugal, Espanha, Angola, Moçambique e Argélia. Devido à experiência e competência que foram adquirindo ao longo dos anos, juntamente com os seus elevados níveis de padrões de qualidade, a unidade de *Service* dedica-se à prestação de serviços, garantindo soluções adequadas às necessidades dos seus clientes. É da responsabilidade desta unidade, quer no chão de fábrica, quer no exterior (trabalho realizado diretamente no local), a execução de trabalhos de inspeção, ensaios, diagnóstico, manutenção, reparação e comissionamento em produtos como:

- Motores AC (*Alternating Current*) e DC (*Direct Current*);
- Motores BT (Baixa tensão) e MT (Média tensão);
- Alternadores;
- Geradores Eólicos;
- Sistemas de excitação, comando, controlo e proteção de motores e alternadores;
- Transformadores de distribuição;
- Postos de Transformação;
- Transformadores de transformação;
- Transformadores de Potência:
- Disjuntores de MT e AT (Alta tensão);
- Seccionadores de MT e AT;

- Interruptores de MT;
- Quadros elétricos de MT/BT;
- Relés de proteção.

## 4.2 Caracterização da Situação Atual

O chão de fábrica da unidade *Service* divide-se em 3 áreas:

- I. Oficina de máquinas rotativas e transformadores de distribuição: Esta secção é responsável pela beneficiação e reparação de transformadores de distribuição (Figura 5). Por outro lado, é ainda habitual nesta oficina a reparação/manutenção e a realização de ensaios elétricos de máquinas rotativas – motores elétricos e alternadores (Figura 5).

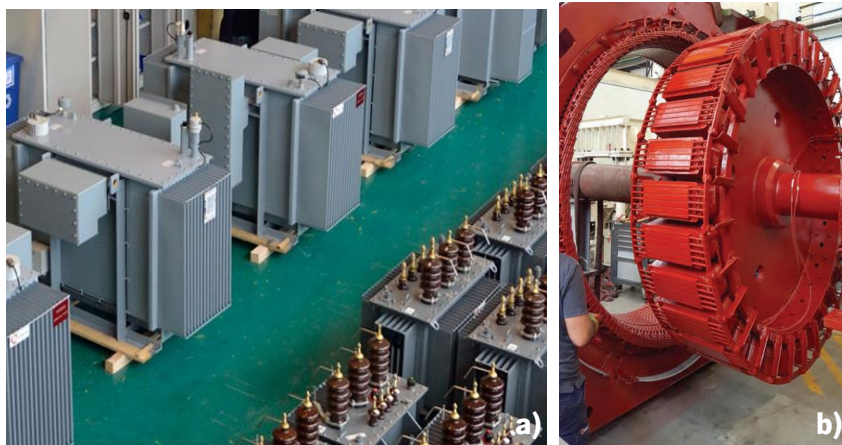


Figura 5 - a) Transformadores de distribuição; b) máquinas rotativas

- II. Oficina de transformadores de potência: Área afeta ao comissionamento, beneficiação e reparação de transformadores de potência (Figura 6).



Figura 6 – Transformadores de potência

- III. Oficina de equipamentos de média e alta tensão: Esta divisão é direcionada ao comissionamento, *revamping*, beneficiação e reparação de equipamentos de média e alta tensão (Figura 7). Como referido anteriormente, habitualmente, esta oficina é conhecida como a oficina VR.



*Figura 7 – Equipamentos de média e alta tensão*

Importa ainda referir que, a oficina VR e a oficina dedicada aos transformadores de distribuição e máquinas rotativas encontram-se acopladas existindo uma parede física entre elas.

O estudo desenvolvido nesta dissertação decorreu na área afeta ao tratamento de equipamentos de média e alta tensão, mais propriamente de disjuntores. Estes consistem em dispositivos de segurança, cuja função consiste no corte de corrente no circuito elétrico aquando da existência de curtos-circuitos e sobrecargas elétricas.

Como primeiro passo, foi fundamental afetar um período ao acompanhamento do processo produtivo de modo a retratar-se a situação atual. Por outras palavras, pretendeu-se entender o modo de como o trabalho nesta área decorre habitualmente, uma vez que, apenas com o levantamento destas informações, será possível a realização de uma análise crítica ao processo produtivo, salientando os desperdícios existentes e expondo assim as diferentes oportunidades e respetivas sugestões de melhoria que poderiam vir a ser implementadas.

Visto isto, averiguou-se que, relativamente aos disjuntores de alta tensão, é comum o tratamento de disjuntores hidráulicos, mais especificamente do seu componente acumulador, e de disjuntores SF6, que contempla 4 categorias: FX11; FXT9; GL309 e GL107X. A intervenção a este tipo de equipamentos diz respeito a operações de beneficiação, isto é, visa a melhoria do funcionamento do equipamento através da substituição das peças deterioradas. Por outro lado, na média tensão, executam-se 4 tipos de trabalho. Tal pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Resumo das intervenções realizadas na oficina VR

Alta Tensão		Média Tensão
Disjuntores SF6	FX11	Beneficiação de disjuntores DIVAC (beneficiação das peças deterioradas)
	FXT9	
	GL309	
	GL107X	
Disjuntores (Acumuladores)	Hidráulicos	Revamping de disjuntores (adaptação de uma nova estrutura do disjuntor)
-	-	Reparação de disjuntores (Deteção de anomalias juntamente com a devida reparação)
-	-	Realização de ensaios elétricos (operações de verificação da conformidade das especificações do produto)

De notar que, no que diz respeito às operações de reparação dos disjuntores, é comum a identificação de anomalias como: comando do disjuntor danificado; falta de isolamento elétrico, valor de resistência elevada, entre outras.

Uma vez compreendido as diferentes atividades realizadas, com o objetivo de se ter uma visão geral da amplitude do trabalho e consoante os dados fornecidos pela organização, determinou-se a cadência de trabalho anual como se pode averiguar na Figura 8.

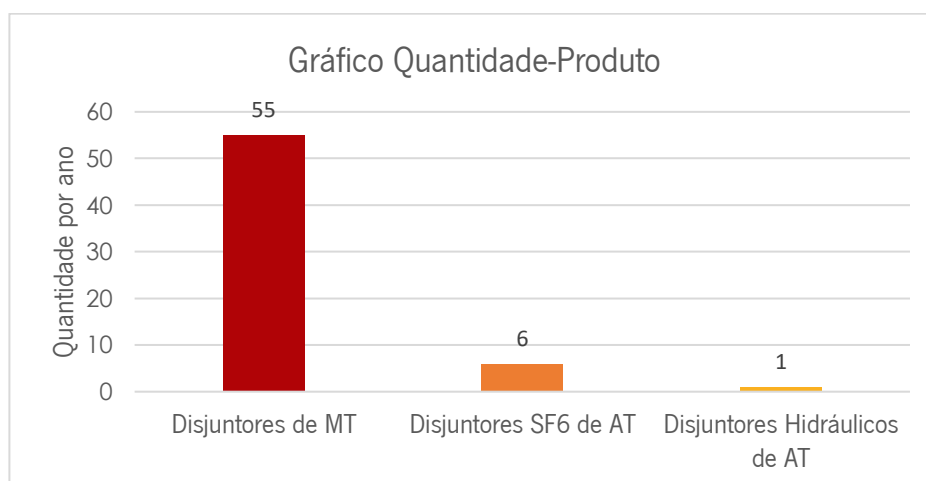


Figura 8 – Gráfico Quantidade-Produto

Através do gráfico é possível concluir que anualmente, são tratados, em média, cerca de 55 disjuntores de média tensão, 6 disjuntores SF6 de alta tensão e 1 disjuntor hidráulico de alta tensão (acumulador). Quanto aos equipamentos de média tensão sabe-se que 40% do total corresponde à beneficiação de

disjuntores DIVAC, 25% à reparação dos disjuntores; 20% ao *revamping* e os últimos 15% à realização de ensaios elétricos. Com isto, na Tabela 5, expõe-se a quantidade correspondente a cada tipo de trabalho.

Tabela 5 – Cadência anual de cada tipo de trabalho da oficina VR

Média Tensão	
Tipo de Trabalho	Quantidade anual
Beneficiação de disjuntores DIVAC	22
Reparação de disjuntores	14
<i>Revamping</i> de disjuntores	11
Realização de ensaios elétricos	8
<b>Total</b>	<b>55</b>

De referir que, um disjuntor pode dar entrada na fábrica apenas para a realização de ensaios. Porém, mesmo nos outros tipos de trabalho, estes serão realizados para a averiguação da conformidade da qualidade. Isto é, os ensaios elétricos respetivos aos equipamentos de média tensão serão sempre executados.

Outro aspeto a mencionar foca-se na baixa cadência relativa ao tratamento de disjuntores hidráulicos. Tal deve-se ao facto de a utilização de este tipo de disjuntores ser cada vez menos recorrente pelo que, ao longo do tempo, a carga deste tipo de trabalho tem vindo a diminuir cada vez mais.

#### 4.2.1 Caracterização do processo produtivo

De modo a ser possível a realização de uma análise crítica, foi fundamental pormenorizar o processo produtivo detalhando as diferentes atividades realizadas em cada tipo de trabalho efetuado nesta área. Para isso, realizou-se um levantamento das tarefas elementares de cada, reunindo a informação em tabelas. Como exemplo ilustrativo, na Tabela 6, opta-se por expor o que foi elaborado para o tratamento dos disjuntores SF6 de AT. Note-se que, o mesmo trabalho foi realizado para os restantes trabalhos.

Tabela 6 – Tarefas elementares ( $T_i$ ) do tratamento dos disjuntores SF6 de AT

$T_i$	Descrição da Tarefa
$T_1$	Libertar a área junto à bomba do vazio
$T_2$	Reunir o material necessário
$T_3$	Transportar o disjuntor para a área de trabalho
$T_4$	Colocar o disjuntor na ferramenta de desmontagem AT
$T_5$	Reunir o material necessário ao trabalho
$T_6$	Realizar o vazio ao disjuntor (retirar ar e impurezas)

T <sub>7</sub>	Equipar com o equipamento de proteção individual (EPI)	
T <sub>8</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>9</sub>	Desmontar e transportar os isoladores, a parte móvel e a parte ativa para a ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na horizontal e para a banca de apoio, bem como remover o pó do disjuntor	
T <sub>10</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>11</sub>	Limpar todas as peças do interior do disjuntor	
T <sub>12</sub>	Transportar peças do disjuntor até o equipamento 52MHV010 (polidor)	
T <sub>13</sub>	Polimento das peças transportadas	
T <sub>14</sub>	Transportar as peças do disjuntor até o equipamento 52MHV009 (cabeça de torno)	
T <sub>15</sub>	Usinagem das peças do disjuntor	
T <sub>16</sub>	Transporte das peças do disjuntor de volta à ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na horizontal e à banca de apoio ao trabalho	
T <sub>17</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>18</sub>	Limpar e beneficiar os componentes da parte fixa e móvel	Lixar os componentes
		Desmontar o contacto fixo
		Desmontar o contacto móvel
T <sub>19</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>20</sub>	Pintar as ferragens dos isoladores	
T <sub>21</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>22</sub>	Beneficiar as sedes de juntas dos isoladores, da parte fixa e da parte móvel	Certificar a ausência de riscos, mossas e tinta
		Lixar até desaparecer os riscos, as mossas, bem como a tinta
T <sub>23</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>24</sub>	Beneficiar as sedes de juntas do cárter	Certificar a ausência de riscos, mossas e tinta
		Lixar até desaparecer os riscos, as mossas, bem como a tinta
T <sub>25</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>26</sub>	Montar o dispositivo de segurança	
T <sub>27</sub>	Montar a parte móvel	
T <sub>28</sub>	Montar a parte fixa	
T <sub>29</sub>	Montar o bloco de enchimento	
T <sub>30</sub>	Montar o cárter + tubagem do SF6	
T <sub>31</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>32</sub>	Montar e transportar os isoladores + parte fixa + parte móvel para a ferramenta de desmontagem AT no chassi do disjuntor	
T <sub>33</sub>	Retirar o disjuntor da ferramenta de desmontagem AT	
T <sub>34</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>35</sub>	Realizar o vazio ao disjuntor (certificar que não existem fugas)	
T <sub>36</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	
T <sub>37</sub>	Realizar o preenchimento (colocar o SF6 até à pressão de transporte)	
T <sub>38</sub>	Transportar o disjuntor para o local onde se realizará o acondicionamento	
T <sub>39</sub>	Preparar para expedição	

De notar que, as tarefas intituladas como “Reunir o material necessário ao trabalho” equivale às deslocações efetuadas pelos operadores na recolha das ferramentas e consumíveis que são necessários à execução das diferentes atividades. Exemplos destes são: máquina de furar, tirelas (panos), lixa, entre outros.

#### 4.2.2 Representação do *layout* da oficina VR

Como mencionado anteriormente, toda a análise debruçada nesta área inicia-se devido à intenção por parte da organização de melhorar a unidade de produção da oficina VR. Isto através da redefinição do seu *layout* juntamente com a aplicação de princípios *lean manufacturing* visando assim o aumento da eficiência operacional.

A empresa depara-se com um *layout* inadequado às suas necessidades. Isto no sentido que possui itens, equipamentos e material desnecessário à realização do trabalho, uma vez que já não vão de encontro ao que atualmente é executado. Tal acaba por proporcionar uma disposição ineficiente destes itens podendo proporcionar maiores distâncias percorridas quer pelo produto quer pelos operadores.

Por outro lado, a empresa pretendia, também, averiguar se a redução desta área seria uma opção viável, uma vez que, caso fosse possível, o objetivo seria ceder área à oficina dos transformadores de distribuição. Isto, porque esta constantemente é confrontada com problemas de falta de espaço para atender à sua habitual carga de trabalho.

De forma a atender-se aos objetivos propostos pela organização, em primeiro lugar, iniciou-se uma representação em suporte gráfico para análise do *layout* existente. Começou-se então por recolher as dimensões reais do ambiente fabril. De seguida, partiu-se para a sua representação no formato digital, sendo que, para tal, recorreu-se ao *software* AutoCAD, tendo como resultado a Figura 9 (esta pode ser observada com maior detalhe no Apêndice 1).



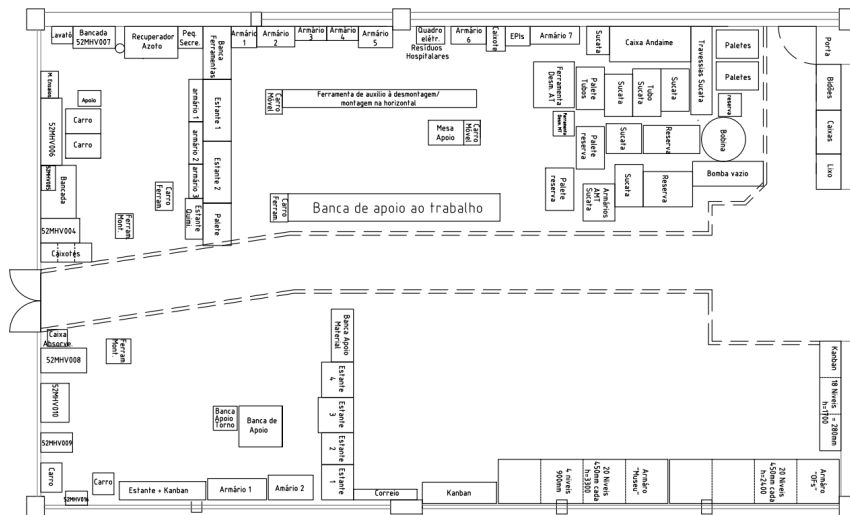


Figura 9 – Layout atual da oficina VR

A oficina VR conta com uma área de aproximadamente 304 m<sup>2</sup> (22,5 m de comprimento e 13,5 m de largura), sendo que 176 m<sup>2</sup> encontram-se destinados à intervenção propriamente dita dos equipamentos. O trabalho executado nesta área subdivide-se em três secções (Figura 10):

- Secção de trabalho 1 (ST1): Responsável pelo tratamento dos disjuntores hidráulicos de alta tensão (acumuladores);
- Secção de Trabalho 2 (ST2): Destina-se à intervenção dos disjuntores SF6 de alta tensão;
- Secção de Trabalho 3 (ST3): Afeta à reparação e beneficiação dos disjuntores de média tensão.

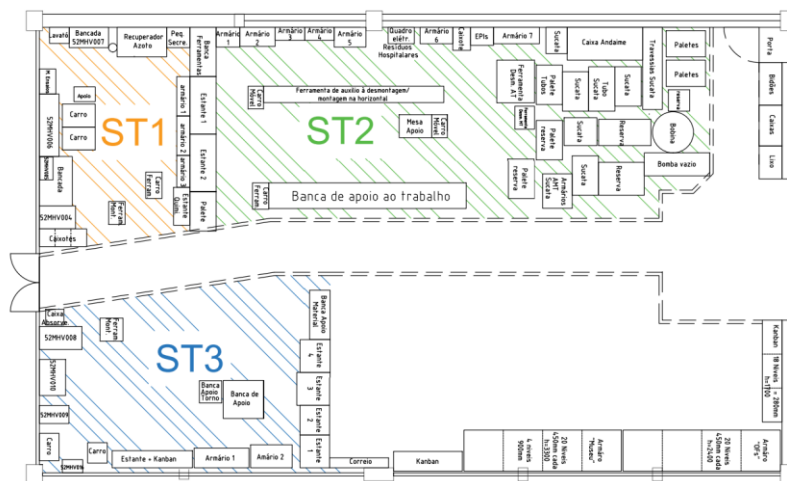


Figura 10 – Secções de trabalho da oficina VR

Um aspeto a mencionar foca-se na existência de quatro equipamentos (Figura 11) que se encontram localizados na área de trabalho afeta aos disjuntores de média tensão (ST3). Estes constituem

equipamentos que são partilhados pelas três áreas de trabalho. Equipamentos como: furador de coluna (52MHV008); polidor (52MHV009); cabeça de torno (52MHV010) e esmeril (52MHV016).

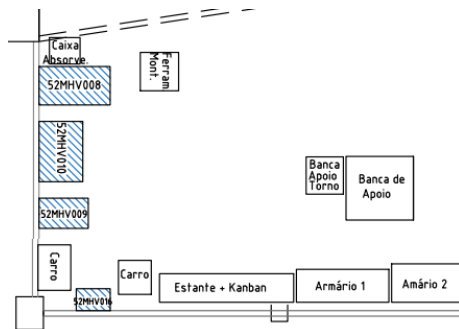


Figura 11 – Equipamentos comuns às três áreas de trabalho

#### 4.2.3 Representação dos fluxos

Outro passo fundamental a realizar-se passou pela representação dos fluxos, quer do produto quer do operador. Isto, porque pretende-se um *layout* que possibilite um maior nível de eficiência, ou por outras palavras, uma redução nas distâncias percorridas. Desta forma, foi importante perceber como é que o fluxo decorre e determinar a distância total percorrida quer pelos produtos, quer pelos operadores. Assim sendo, de modo a exemplificar o trabalho realizado neste sentido para os 6 tipos de trabalho, opta-se por demonstrar o fluxo do produto (Figura 12) e o fluxo do operador (Figura 13) relativos ao trabalho efetuado nos disjuntores SF6 de AT.

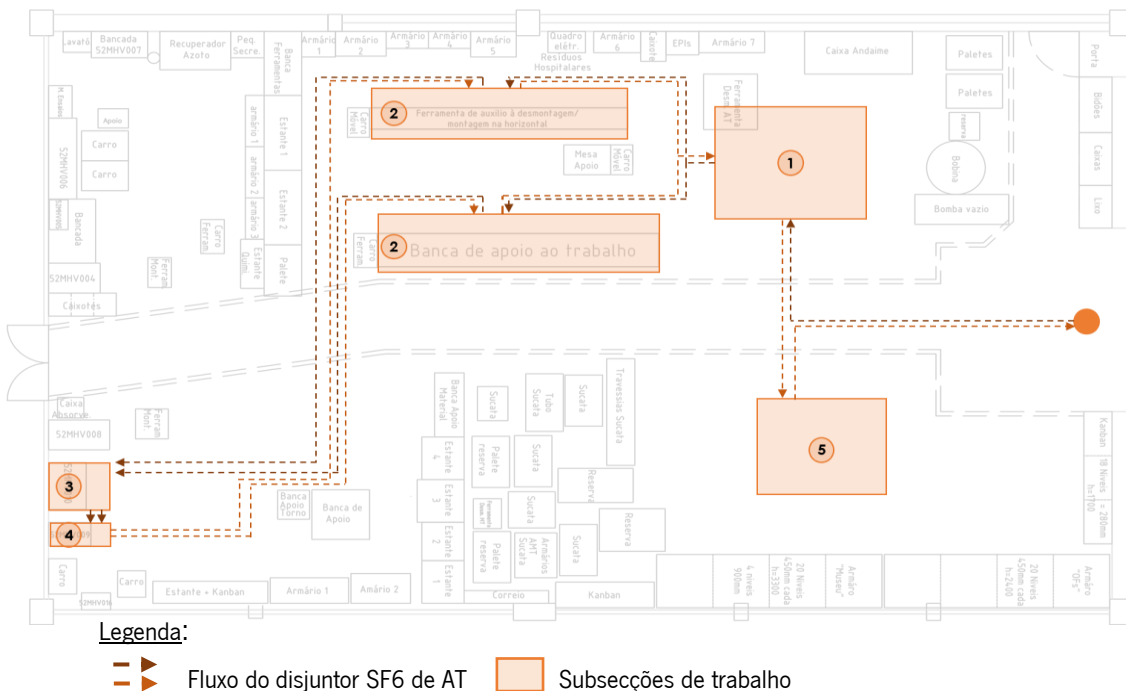


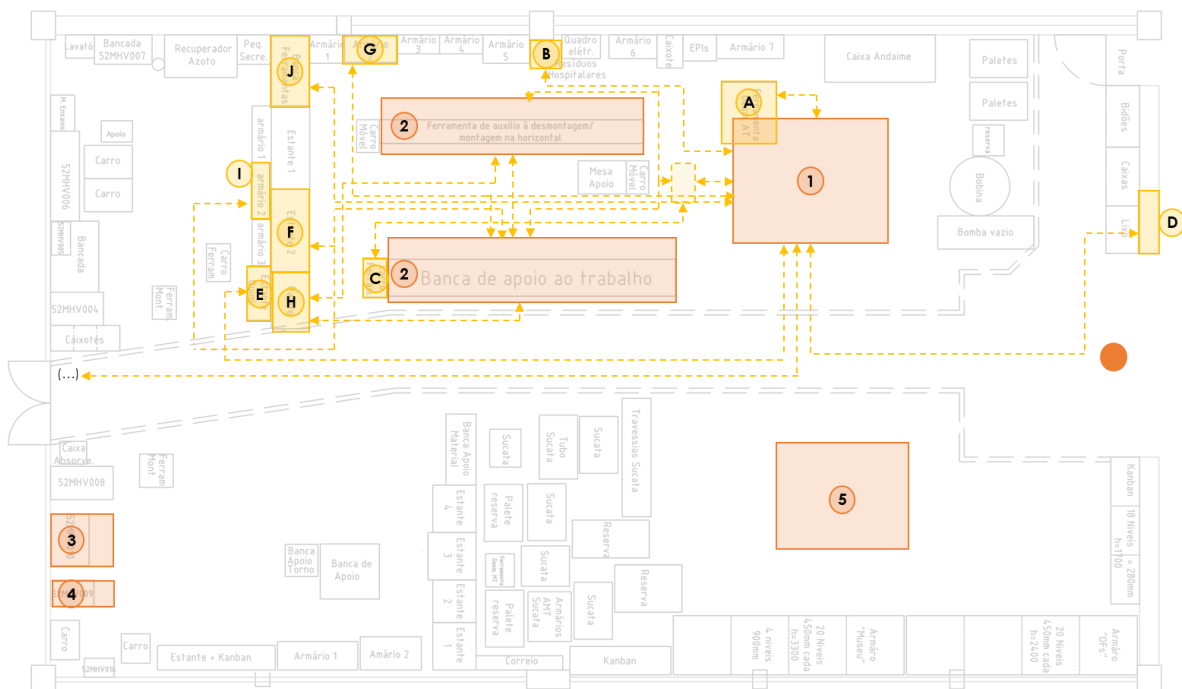
Figura 12 – Fluxo do Disjuntor SF6 de AT no layout atual

Através da Figura 12, observa-se que, o disjuntor necessita de passar por 5 diferentes localizações ao longo do seu processo produtivo.



**Legenda:**

→ Fluxo do operador ao libertar a área de trabalho



**Legenda:**

→ Fluxo do operador na recolha dos materiais (ferramentas + consumíveis)

Localização dos materiais

Figura 13 - Fluxo do operador na intervenção de disjuntores SF6 de AT no layout atual

No caso exposto na Figura 13, para além das deslocações que o operador realiza ao reunir todo o material necessário à realização das suas tarefas, também se tem presente as deslocações que este efetua ao libertar a área de trabalho, uma vez que esta se encontra ocupada com material desnecessário à intervenção propriamente dita.

De notar que, a mesma metodologia fora aplicada aos restantes trabalhos.

Por último, após a representação dos fluxos, partiu-se para a determinação das distâncias percorridas anualmente (equação 1). No fundo, realizou-se o somatório das distâncias percorridas anualmente para os 6 diferentes tipos de trabalho, em que foi necessário ter-se em consideração a frequência de execução de cada um.

$$Distância\ Total/ano = \sum_{i=1}^{i=6} (Distância/disjuntor \times Frequência\ de\ execução) \quad (1)$$

Assim, em primeiro lugar, através do *software AutoCAD*, reuniu-se as distâncias percorridas pelos produtos nos diferentes tipos de intervenção, chegando aos resultados expostos na Tabela 7.

*Tabela 7 – Distâncias percorridas pelos produtos no layout atual*

	<b>Tipo de trabalho</b>	<b>Distância/disjuntor (m)</b>
<b>AT</b>	Disjuntores SF6	265
	Disjuntores Hidráulicos	82
<b>MT</b>	Beneficiação de disjuntores DIVAC	85
	Reparação de disjuntores	49
	<i>Revamping</i> de disjuntores	223
	Realização de ensaios elétricos	48

Uma vez determinada as distâncias percorridas por 1 disjuntor em cada tipo de trabalho, foi necessário calcular então a distância total (DT) percorrida pelos produtos ao fim de um ano de trabalho. Assim, tendo em conta as distâncias expostas na Tabela 7, tem-se:

$$DT/ano = (265m \times 6) + (82m \times 1) + (85m \times 22) + (49m \times 14) + (223m \times 11) + (48m \times 8)$$

$$DT/ano = 7065\ metros$$

Por outro lado, quanto ao fluxo do operador tem-se os resultados expostos na Tabela 8. Importa salientar que, para o seu cálculo, considerou-se as distâncias percorridas pelos colaboradores na recolha do material, bem como as suas deslocações aquando do transporte do produto para as diferentes subsecções de trabalho.

Tabela 8 – Distâncias percorridas pelos operadores no layout atual

Tipo de trabalho		Distância/disjuntor (m)
AT	Disjuntores SF6	2227
	Disjuntores Hidráulicos	405
MT	Beneficiação de disjuntores DIVAC	621
	Reparação de disjuntores	392
	Revamping de disjuntores	576
	Realização de ensaios elétricos	290

Visto isto, partiu-se para o cálculo da distância total percorrida pelos operadores ao fim de um ano de trabalho. Seguiu-se o mesmo raciocínio que para o fluxo do produto:

$$DT_{operador/ano} =$$

$$= (2227m \times 6) + (405m \times 1) + (621m \times 22) + (392m \times 14) + (576m \times 11) + (290m \times 8)$$

$$DT_{operador/ano} = 41573 \text{ metros}$$

Importante mencionar que, na distância total percorrida pelo operador no tratamento de 1 disjuntor SF6 de AT, 687 metros correspondem apenas às deslocações efetuadas pelo mesmo aquando da libertação da área de trabalho. Encontra-se também contabilizada a distância percorrida na posterior realocação deste tipo de material.

Posto isto, na Tabela 9, anuncia-se as distâncias percorridas anualmente quer pelos produtos, quer pelos operadores.

Tabela 9 – Distância total dos produtos e dos operadores no layout atual

Distância Total/ano (m)	
Distância dos produtos	7065
Distância dos operadores	41573

### 4.3 Análise Crítica ao Sistema Atual

Uma vez finalizada a caracterização do sistema atual, partiu-se para a realização de uma análise crítica ao mesmo. Com esse propósito, começou-se por classificar as tarefas elementares dos 6 tipos de trabalho segundo a sua contribuição do ponto de vista da cadeia de valor. Nesse sentido, as diferentes atividades foram categorizadas da seguinte forma:

VA - Value Added (Valor Acrescentado)

**NNVA** - *Necessary No Value Added* (Valor não acrescentado, mas necessário)

**NVA** - *No Value Added* (Valor não acrescentado)

Assim sendo, nas Tabela 10, 11 e 12, expõe-se a classificação realizada para as tarefas afetas à intervenção dos disjuntores SF6 de AT.

*Tabela 10 – Tarefas elementares da intervenção aos disjuntores SF6 de AT do tipo NVA*

<b>T<sub>i</sub></b>	<b>Descrição da Tarefa</b>	<b>Caracterização</b>
T <sub>1</sub>	Libertar a área junto à bomba do vazio	NVA

*Tabela 11 – Tarefas elementares da intervenção aos disjuntores SF6 de AT do tipo VA*

<b>T<sub>i</sub></b>	<b>Descrição da Tarefa</b>	<b>Caracterização</b>	
T <sub>4</sub>	Colocar o disjuntor na ferramenta de desmontagem AT	VA	
T <sub>6</sub>	Realizar o vazio ao disjuntor (retirar ar e impurezas)	VA	
T <sub>9</sub>	Desmontar e transportar os isoladores, a parte móvel e a parte ativa para a ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na horizontal e para a banca de apoio, bem como remover o pó do disjuntor	VA	
T <sub>11</sub>	Limpar todas as peças do interior do disjuntor	VA	
T <sub>13</sub>	Polimento das peças transportadas	VA	
T <sub>15</sub>	Usinagem das peças do disjuntor	VA	
T <sub>18</sub>	Limpar e beneficiar os componentes da parte fixa e móvel	Lixar os componentes	VA
		Desmontar o contacto fixo	
		Desmontar o contacto móvel	
T <sub>20</sub>	Pintar as ferragens dos isoladores	VA	
T <sub>22</sub>	Beneficiar as sedes de juntas dos isoladores, da parte fixa e da parte móvel	Certificar a ausência de riscos, mossas e tinta	VA
		Lixar até desaparecer os riscos, as mossas, bem como a tinta	
T <sub>24</sub>	Beneficiar as sedes de juntas do cárter	Certificar a ausência de riscos, mossas e tinta	VA
		Lixar até desaparecer os riscos, as mossas, bem como a tinta	
T <sub>26</sub>	Montar o dispositivo de segurança	VA	
T <sub>27</sub>	Montar a parte móvel	VA	
T <sub>28</sub>	Montar a parte fixa	VA	
T <sub>29</sub>	Montar o bloco de enchimento	VA	
T <sub>30</sub>	Montar o cárter + tubagem do SF6	VA	

T <sub>32</sub>	Montar e transportar os isoladores + parte fixa + parte móvel para a ferramenta de desmontagem AT no chassi do disjuntor	VA
T <sub>33</sub>	Retirar o disjuntor da ferramenta de desmontagem AT	VA
T <sub>35</sub>	Realizar o vazio ao disjuntor (certificar que não existem fugas)	VA
T <sub>37</sub>	Realizar o preenchimento (colocar o SF6 até à pressão de transporte)	VA
T <sub>39</sub>	Preparar para expedição	VA

Tabela 12 – Tarefas elementares da intervenção aos disjuntores SF6 de AT do tipo NNVA

T <sub>i</sub>	Descrição da Tarefa	Caracterização
T <sub>2</sub>	Reunir o material necessário	NNVA
T <sub>3</sub>	Transportar o disjuntor para a área de trabalho	NNVA
T <sub>5</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>7</sub>	Equipar com o equipamento de proteção individual (EPI)	NNVA
T <sub>8</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>9</sub>	Desmontar e transportar os isoladores, a parte móvel e a parte ativa para a ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na horizontal e para a banca de apoio, bem como remover o pó do disjuntor	NNVA
T <sub>10</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>12</sub>	Transportar peças do disjuntor até o equipamento 52MHV010 (polidor)	NNVA
T <sub>14</sub>	Transportar as peças do disjuntor até o equipamento 52MHV009 (cabeça de torno)	NNVA
T <sub>16</sub>	Transporte das peças do disjuntor de volta à ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na horizontal e à banca de apoio ao trabalho	NNVA
T <sub>17</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>19</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>21</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>23</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>25</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>31</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>32</sub>	Montar e transportar os isoladores + parte fixa + parte móvel para a ferramenta de desmontagem AT no chassi do disjuntor	NNVA
T <sub>34</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>36</sub>	Reunir o material necessário ao trabalho	NNVA
T <sub>38</sub>	Transportar o disjuntor para o local onde se realizará o acondicionamento	NNVA

Concluída a classificação, partiu-se para a determinação da quantidade de cada tipo de tarefa. Assim sendo, na Figura 14 expõe-se as percentagens obtidas para as tarefas realizadas na intervenção de disjuntores SF6 de AT.

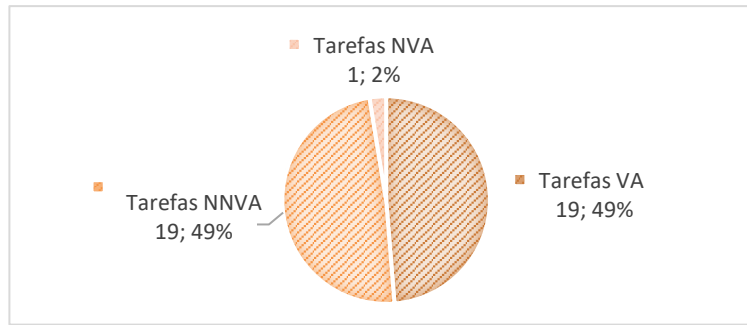


Figura 14 – Percentagem do tipo das tarefas nos disjuntores SF6 AT

A Figura 15 reúne as percentagens das tarefas executadas na intervenção dos disjuntores hidráulicos de AT.

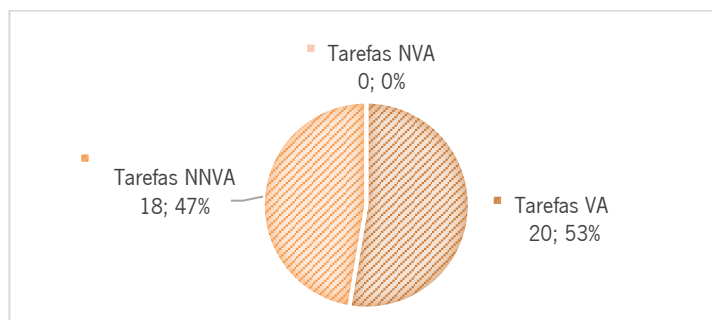


Figura 15 – Percentagem do tipo das tarefas nos disjuntores hidráulicos de AT

A Figura 16 contempla as percentagens relativamente às tarefas realizadas na beneficiação de disjuntores DIVAC de MT.

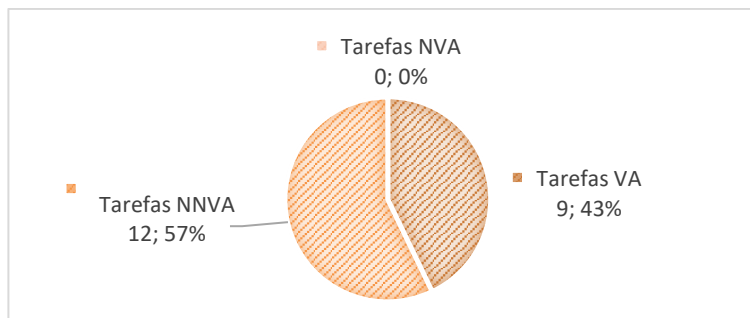


Figura 16 – Percentagem do tipo das tarefas na beneficiação DIVAC de MT

Na Figura 17 expõe-se as percentagens afetas ao trabalho realizado na reparação dos disjuntores de MT.



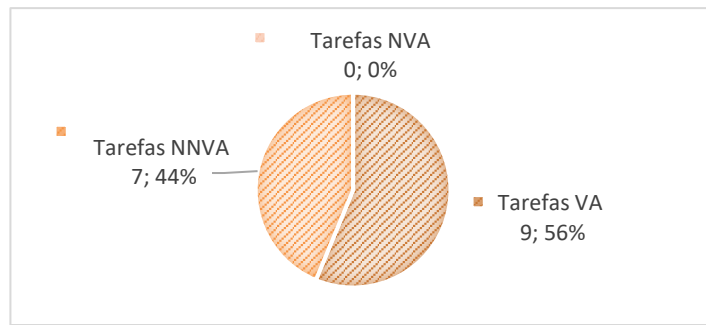


Figura 17 – Percentagem do tipo das tarefas na reparação de MT

Já a Figura 18 diz respeito às percentagens obtidas para as tarefas executadas no *revamping* de disjuntores de MT.

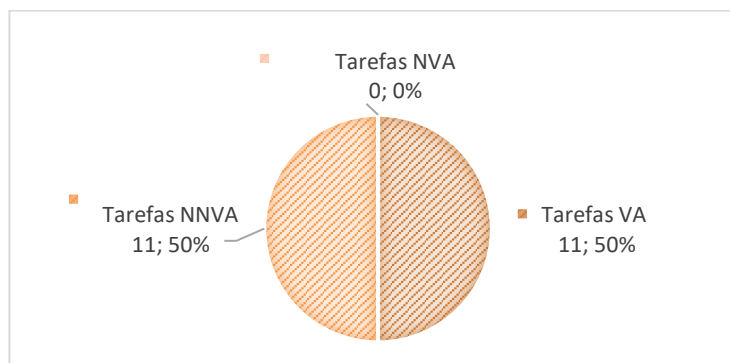


Figura 18 – Percentagem do tipo das tarefas no revamping de MT

Por último, na Figura 19, tem-se as classificações determinadas para o trabalho realizado nos ensaios elétricos aos disjuntores de MT.

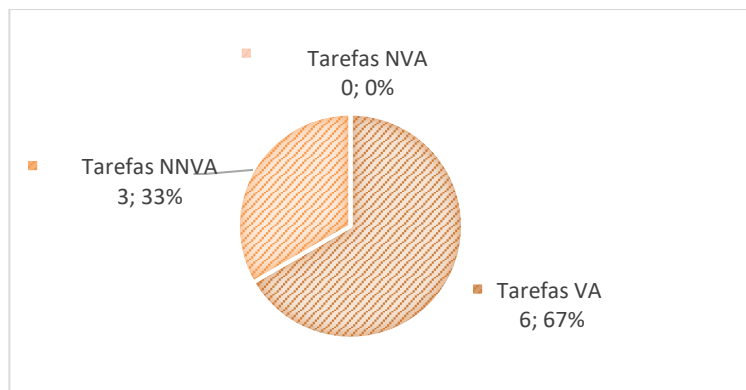


Figura 19 – Percentagem do tipo das tarefas nos ensaios elétricos de MT

Com isto, observa-se que:

- Em termos de atividades de valor não acrescentado, verifica-se a existência de apenas uma tarefa, sendo esta executada na intervenção de disjuntores SF6 de AT. Esta atividade

corresponde à necessidade de libertar a área de trabalho, uma vez que esta se encontra ocupada com material desnecessário. Este consiste, sobretudo, em desperdícios metálicos de cobre e ferro (sucata), bem como materiais requisitados que não chegaram a ser necessários na intervenção dos disjuntores, pelo que foram se acumulando no chão de fábrica acabando por ocupar a área necessária à realização do trabalho. Deste modo, sempre que um disjuntor SF6 de AT dê entrada na fábrica, este material necessita de ser deslocado para um outro local, sendo realocado na mesma área aquando do término do trabalho;

- Por outro lado, relativamente às tarefas de valor não acrescentado, mas necessárias, verifica-se a existência de percentagens significativas em cada tipo de trabalho, sendo que a menor percentagem obtida corresponde a 33% das tarefas executadas na realização de ensaios elétricos nos disjuntores de MT. De salientar que, estes tipos de tarefas dizem respeito, na íntegra, a deslocações do produto entre as diferentes subsecções de trabalho, bem como a deslocações realizadas pelo operador ao reunir o material necessário à execução das suas atividades (ferramentas e consumíveis).

Posto isto, objetiva-se a eliminação da tarefa de valor não acrescentado detetada, bem como a redução do peso das tarefas de valor não acrescentado, mas necessárias. Isto através da redução das distâncias percorridas quer pelo produto quer pelo operador, uma vez que estas atividades não são possíveis de serem eliminadas.

Outro tópico que careceu de atenção foram os fluxos. No subcapítulo 4.2.3 (Tabela 9) averiguou-se que, por ano, em termos de produto, percorre-se uma distância total de 7065 metros. Por outro lado, em termos de operador, tem-se uma distância total percorrida de 41573 metros. Estes valores devem-se ao arranjo físico que o *layout* atual assume, isto é, à forma como os diferentes equipamentos se encontram dispostos no chão de fábrica. Assim, através da representação dos fluxos, consegue-se identificar uma elevada dispersão entre o material necessário à execução do trabalho. Por outras palavras, o colaborador necessita de visitar diferentes locais para reunir todo o material, o que acaba por contribuir para o aumento da distância percorrida pelo mesmo. Desta forma, pretende-se centralizar e aproximar a localização destes itens o mais próximo possível das respetivas áreas de trabalho. Visto isto, confirma-se assim a necessidade de se proceder à reconfiguração do *layout* desta oficina.

Por último, uma vez que se observa uma elevada desorganização das diferentes secções de trabalho, considerou-se adequada a realização de uma auditoria que avaliasse a aplicação dos 5S na oficina. Com esta, pretendia-se compreender o estado em que a área de trabalho se encontra e simultaneamente

detetar possíveis oportunidades de melhoria. No Apêndice 2 expõe-se o *template* da auditoria desenvolvida para este propósito. Para o cabeçalho desta, considerou-se essencial que contivesse informações como:

- O número da auditoria;
- A data em que a auditoria é realizada;
- O auditor responsável pela condução da auditoria;
- A área onde a auditoria é realizada.

Essencialmente, esta consiste numa *checklist*, em que se tem um conjunto de questões correspondentes a cada senso como se pode observar no excerto apresentado na Figura 20.

efacec							Auditoria dos 5S			
		Nº:	Data:	Auditor:			Secção:			
Categoria	Critério	Pontuação				Observações				
		0	1	2	3					
Seiri	Existem apenas os itens necessários à realização do trabalho?									
	Existem equipamentos/ferramentas sem utilização ou não conformes?									
	Existem equipamentos/ferramentas obsoletos?									
	Existem apenas os consumíveis/materiais necessários?									
	Existe apenas a informação necessária?									
	Subtotal:	0/15								
Seiton	Existem objetos espalhados na área de trabalho?									
	Existe um local devidamente identificado para os equipamentos?									
	Existe um local devidamente identificado e de fácil acesso para as ferramentas?									
	Existe um local devidamente identificado para os consumíveis/materiais?									
	Existem marcações (zonas proibidas, caminhos, etc) na área de trabalho?									
	Subtotal:	0/15								

Figura 20 – Excerto da auditoria aplicada na oficina VR

No fundo, em cada senso, tem-se um conjunto de critérios na qual o auditor, consoante a realidade, deve atribuir uma determinada pontuação. Para isso deve-se ter em consideração a Tabela 13.

Tabela 13 – Pontuação a atribuir-se a cada critério

Legenda da Pontuação		
Código	Símbolo	Descrição
3		Excelente
2		Bom
1		Normal
0		Mau

Entende-se assim que, no mínimo, pode-se pontuar um determinado critério com 0 valores e no máximo com 3. Desta forma, o somatório dos critérios dos 5 sentidos corresponde a um total de 78 valores, perfazendo os 100% da pontuação máxima. De notar que, existe ainda um campo destinado ao registo de aspetos que se consideram relevantes expor (“Observações”). Por último, consoante a percentagem obtida, classifica-se a auditoria. Em conjunto com a organização, chegou-se à conclusão de que a classificação exposta na Tabela 14 se adequaria melhor aos propósitos da mesma, sendo que esta visa alcançar e manter-se na classificação “Muito Bom”.

*Tabela 14 – Conjunto de classificações da auditoria*

Classificação da auditoria		
Cor	Classificação	Descrição
	90 a 100%	Muito bom
	80 a 89%	Bom
	70 a 79%	Médio
	50 a 69%	Fraco
	0 a 49%	Muito fraco

Procedeu-se, assim, à realização propriamente dita da auditoria (Apêndice 3), na qual se obteve uma percentagem de 24%, encontrando-se assim na categoria “Muito Fraco”. Tal facto revela um desempenho reduzido em termos de aplicação dos princípios 5S na oficina, incentivando assim uma necessidade urgente de se planear e implementar medidas que possibilitem o incremento deste indicador.

No fundo, com a realização desta auditoria, foi possível constatar uma série de situações que necessitavam de atenção:

- Situação I: Existência de um elevado número de itens (equipamentos, ferramentas, entre outros) desnecessários à realização do trabalho;
- Situação II: Existência de material obsoleto e sem qualquer tipo de utilização;
- Situação III: Acumulação de desperdícios metálicos (sucata de cobre e ferro) pela área de trabalho;
- Situação IV: Acumulação de material que fora requisitado para a intervenção nos disjuntores, mas que na realidade não foram necessários. Importante referir que, a organização categoriza este material de material de reserva.

- Situação V: Ausência de identificações e marcações a nível de equipamentos, ferramentas, materiais e subáreas de trabalho. Por outras palavras, não existia um local estipulado para o armazenamento dos diferentes itens e a sua devida identificação;
- Situação VI: Elevada dispersão entre as localizações das ferramentas/consumíveis necessários à realização do trabalho. Aspeto já detetado com a representação dos fluxos do operador;
- Situação VII: Inexistência de planos de limpeza/manutenção para os equipamentos e ferramentas;
- Situação VIII: Ausência de controlo/manutenção da organização da área de trabalho;
- Situação IX: Existência de um défice nas instruções de trabalho relativas ao *revamping* dos disjuntores de MT, principalmente a nível dos planos de montagem.

Relativamente às situações III e IV, foi necessário a realização de uma análise mais aprofundada objetivando-se o alcance das razões que despoletavam a acumulação deste tipo de material no chão de fábrica. Isto porque, esta contínua acumulação contribuía, e não só, para a execução de uma tarefa de valor não acrescentado na intervenção realizada aos disjuntores SF6 de AT. Esta consiste em movimentações desnecessárias realizadas pelos operadores aquando da deslocação deste material para que a área de trabalho fique desobstruída, como se pode observar na Figura 21.

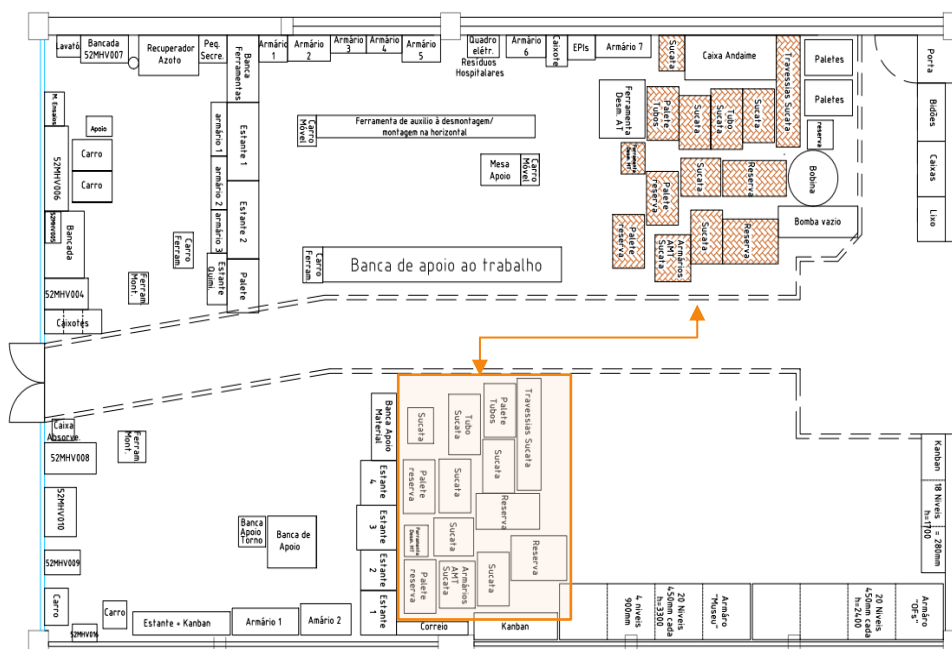


Figura 21 - Deslocações realizadas pelos operadores na desobstrução da área de trabalho

Assim sendo, optou-se pela aplicação da análise 5 *Whys*. Esta abordagem consistiu numa técnica interrogativa interativa. Por outras palavras, questionou-se constantemente o porquê de cada evento até se chegar à causa raiz do problema, sendo que não foi necessário a realização de 5 interações. Deste modo, na Tabela 15, pode-se observar a análise efetuada para a acumulação de sucata.

Tabela 15 – Técnica 5Whys na acumulação de desperdícios metálicos

<b>Problema: Contínua acumulação de desperdícios metálicos</b>	
<b>Why?</b>	<u>Porquê que esta acumulação acontece?</u>
Porque resulta das intervenções realizadas aos disjuntores, pelo que origina uma sucessiva acumulação deste tipo de material.	
<b>Why?</b>	<u>Porquê que armazenam este material nesta área?</u>
Porque era a área onde havia espaço no momento.	
<b>Why?</b>	<u>O porquê da contínua acumulação nesta área, uma vez que acaba por interferir com o espaço útil de trabalho?</u>
Porque não existe conhecimento do destino a dar-se a este tipo de material, pelo que foi-se deixando neste local.	
<b>Why?</b>	<u>E o porquê de não existir conhecimento sobre o destino a dar-se a este tipo de material?</u>
Porque nunca houve indicações da chefia relativamente à regulação a dar se a este tipo de material.	

Visto isto, percebe-se que, a verdadeira causa que proporciona a acumulação destes desperdícios metálicos deve-se, principalmente, à falta de um local dedicado à deposição deste tipo de material.

Foi também necessário realizar-se o levantamento da área ocupada por estes desperdícios (Figura 22). Através desta, entende-se que este tipo de material tem vindo a ocupar espaço útil na atual secção de trabalho 2, mais concretamente 8 m<sup>2</sup>, o que corresponde a 3% da área total da oficina.







Já na Tabela 17, consegue-se observar a área ocupada por este material em cada localização. De notar que, parte deste material se encontra armazenado em altura.

Tabela 17 – Área ocupada pelo material de reserva

Área Material Reserva/m <sup>2</sup>	
Área A1	6 (×6 níveis)
Área A2	4.5 (×2 níveis)
Área A3	5
Área A4	0.7 (×3 níveis)
Área A5	2.8 (×2 níveis)
Área A6	0.95
Área A7	1.3 (×2 níveis)
<b>Total</b>	<b>61,25</b>

Em termos de área total ocupada pelo material de reserva (considerando o armazenamento em altura) tem-se 61,25 m<sup>2</sup>. Porém, em termos de espaço ocupado no chão de fábrica tem-se 21,25 m<sup>2</sup>, o que corresponde a 7% da área total da oficina. Note-se que, este tipo de material tanto pode resultar das intervenções realizadas no chão de fábrica, bem como do trabalho executado no exterior.

Importa salientar que, para que a condução desta análise fosse possível, foi fundamental o envolvimento dos operadores que habitualmente realizam trabalho nesta oficina, visto que estes são os que detêm maior conhecimento do que ocorre no chão de fábrica.

#### 4.4 Identificação das Oportunidades de Melhoria

Uma vez concluída a análise crítica ao sistema atual, desenvolve-se a Tabela 18 com o intuito de expor os efeitos indesejáveis resultantes das diversas situações detetadas. Note-se que, entende-se como “Situação X” a ineficiência do *layout* identificada anteriormente. Apresenta-se também as ações de melhoria propostas para contrariar estes efeitos.

Tabela 18 – Efeitos indesejáveis e ações de melhoria para cada situação

Situação	Efeitos indesejáveis	Ação de melhoria
I	-Ocupação de espaço útil de trabalho.	-Realização de uma análise de frequência de utilização dos diferentes itens presentes na oficina;
II		-Reconfiguração do <i>layout</i> .

III	-Ocupação de espaço útil de trabalho; -Movimentações desnecessárias por parte dos operadores.	-Estipulação de um procedimento para a regulação do processo de sucata.
IV	-Ocupação de espaço útil de trabalho; -Aumento de <i>stock</i> deste tipo de material; -Inutilização de material que pode ser reaproveitado.	-Desenvolvimento de uma ferramenta que possibilite a identificação e a gestão deste material.
V	-Desorganização das secções de trabalho; -Tempo elevado na procura das ferramentas e material.	-Aplicação dos princípios 5S e Gestão Visual.
VI	-Elevadas distâncias percorridas pelo operador (movimentações desnecessárias).	-Desenvolvimento de novas propostas para a organização e armazenamento do material necessário ao trabalho (ferramentas e consumíveis).
VII	-Desorganização das secções de trabalho;	-Desenvolvimento de um quadro <i>kamishibai</i> ;
VIII	-Desmotivação dos colaboradores.	-Realização de auditorias regulares; -Desenvolvimento de um quadro de gestão visual (direcionado para os 5S).
IX	-Aumento do número de defeitos; -Livre arbitrio por parte dos operadores na realização do trabalho.	-Desenvolvimento das instruções de trabalho em défice.
X	-Elevadas distâncias percorridas quer pelo produto, quer pelo operador (transportes e movimentações desnecessárias).	-Reconfiguração do <i>layout</i> .

## 5. APRESENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA

Essencialmente, o presente capítulo destina-se à exposição das diferentes propostas de melhoria planeadas para contrariar os efeitos indesejáveis provocados pelos problemas detetados no capítulo anterior. Estas foram elaboradas em concordância com os princípios de *Lean* de modo a promover-se a eliminação dos desperdícios identificados.

### 5.1 Análise de Frequência de Utilização

Como referido anteriormente, com a auditoria efetuada à aplicação dos 5S, foi possível a deteção de várias situações que conduzem à existência de diversos desperdícios. Duas delas centram-se na existência de itens (equipamentos, ferramentas, armários, entre outros) desnecessários ao trabalho, ou então obsoletos, o que conduz a uma utilização ineficaz do espaço de trabalho, uma vez que este se encontra ocupado com itens sem qualquer tipo de utilização relevante para o trabalho.

Em primeiro lugar, foi essencial compreender quais os elementos constituintes do *layout* que de facto contribuíam para a execução das atividades. Neste sentido, ponderou-se que, a realização de uma análise à frequência de utilização de cada item constituiria o método mais adequado para a identificação dos equipamentos e ferramentas que de facto devem fazer parte integrante do *layout*.

Pretende-se promover uma utilização equilibrada dos recursos disponíveis através da eliminação de obstáculos ao fluxo de trabalho. No fundo, procedeu-se à aplicação dos princípios do primeiro senso dos 5S (*Seiri*).

O trabalho desenvolvido neste sentido consistiu no preenchimento da Tabela 19. Determinou-se, em conjunto com os operadores, a frequência de utilização de cada item, sendo que, consoante a mesma, tomou-se diferentes decisões relativamente ao destino a dar-se a cada.

Tabela 19 – Análise da frequência de utilização dos itens constituintes da oficina

Item	Frequência de Utilização	Decisão

Importa referir que, a atribuição do valor da frequência de utilização teve em consideração a classificação exposta na Tabela 20.



- Os itens que se encontram a vermelho são aqueles que não contribuem para o processo produtivo pelo que deixarão de fazer parte integrante da oficina. Contudo, estes serão armazenados de modo, caso seja necessário, a serem reaproveitados para uma outra área;
- Os elementos a amarelo dizem respeito a equipamentos responsáveis pela intervenção de um outro tipo de disjuntores hidráulicos de AT. Porém, este tipo de intervenção já não é realizado a um longo período (aproximadamente 7 anos). Isto porque, cada vez mais, é menos usual a utilização deste tipo de equipamento. Assim, face ao que foi observado, em conjunto com a organização, opta-se por retirar estes equipamentos da área de trabalho, sendo que estes serão armazenados durante um período com o objetivo de se confirmar a sua não utilização. Uma vez confirmado, estes serão leiloados;
- Os itens que se encontram sombreados a azul dizem respeito a desperdícios metálicos que resultam das intervenções. Uma vez mais, estes deixarão de fazer parte do *layout*, libertando assim a área ocupada pelos mesmos;
- Por último, observa-se elementos sombreados a cor de laranja. Isto significa que o seu conteúdo diz respeito ao material de reserva. Por outras palavras, ao material que não chegou a ser necessário/utilizado nas intervenções aos disjuntores. Da mesma forma, este será alocada numa outra localização.

## **5.2 Procedimento para o tratamento de desperdícios metálicos**

No subcapítulo 4.3 averiguou-se que a contínua acumulação dos desperdícios metálicos no chão de fábrica contribui para a realização de movimentações desnecessárias por parte dos colaboradores. Além disto, promove também para uma utilização ineficaz do espaço de trabalho.

Desta forma, considerou-se, em conjunto com a empresa, que o mais adequado seria a estipulação de um procedimento para o tratamento deste material. Isto, com o objetivo de se promover a eliminação das movimentações realizadas pelos operadores aquando do tratamento de disjuntores SF6 de AT.

Após a exposição do problema à organização, chegou-se à conclusão de que o mecanismo a adotar seria o mesmo que se encontra implementado nas outras duas oficinas integrantes do *service* (oficina dos transformadores de distribuição e dos transformadores de potência). Nestas duas áreas, sempre que é gerada sucata, esta é direcionada para os contentores afetos à sua deposição, sendo que para tal, existem dois tipos de contentores: um direcionado à deposição de desperdícios metálicos de cobre e outro a resíduos metais ferrosos.

Aquando do enchimento total destes, o material é devidamente expedido. A título de exemplo, no caso dos resíduos de cobre, procede-se à venda deste material, sendo que o montante obtido com a venda reverte a favor da unidade de negócio. Com isto, uma vez que a oficina dos transformadores de distribuição é acoplada à oficina dos disjuntores (a área que foi analisada), estipula-se que a sucata oriunda do trabalho realizado aos disjuntores seria depositada nos contentores localizados na oficina dos transformadores de distribuição e máquinas rotativas (Figura 25 e Figura 26).



*Figura 25 – Contentor de resíduos de cobre*



*Figura 26 – Contentor de resíduos ferrosos*

Assim sendo, o operador responsável pela geração da sucata passa a ter como função informar o responsável da sua área de trabalho que, em coordenação com o responsável da oficina dos transformadores de distribuição, providenciará a deposição do material nos devidos contentores.

Uma vez determinado o procedimento a efetuar-se sempre que se gera este tipo de material, considerou-se que a elaboração de um documento que expusesse o mecanismo estipulado seria uma mais-valia. Desta forma, todos os operadores teriam conhecimento absoluto das ações a serem tomadas. Assim

sendo, procedeu-se ao desenvolvimento de uma *one point lesson* (Figura 27) e para isso recorreu-se ao *template* normalmente utilizado pela empresa. Optou-se por esta forma de exposição, uma vez que se trata de uma abordagem rápida, simples e visual de se transmitir a informação, pelo que simplifica o processo de aprendizagem por parte dos operadores.




	<b>OPL – Tratamento de desperdícios metálicos “sucata”</b>	Departamento de transformação Lean Unidade de Service		
<b>Objetivo:</b> Normalizar e estabelecer regras de tratamento de desperdícios metálicos (sucata) gerados na unidade de Service.				
<p>→ <b>Aplicável a todos os postos de trabalho de VR;</b></p> <p><b>Material abrangido:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sucata de cobre;</li> <li>▪ Sucata de ferro.</li> </ul> <p><b>Local destinado a sucata do SRV:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contentores de resíduos de cobre (localizados na oficina VM)</li> <li>▪ Contentor de resíduos de ferro (localizado na oficina VM)</li> </ul>	<p><b>Responsabilidade pela execução do procedimento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Colaborador responsável pelo trabalho que gera a sucata;</li> <li>▪ Responsável da oficina VR;</li> </ul> <p><b>Timings:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sempre que seja gerada sucata, o tratamento da mesma deverá ser despoletado imediatamente.</li> </ul>			
<p><b>Procedimento</b></p> <p>Sempre que for gerada sucata, o colaborador desse posto de trabalho deverá informar o responsável da oficina de VR, que em coordenação com o responsável da oficina VM, providenciará a sua deposição nos contentores de resíduos existentes na oficina de VM.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Contentor para Sucata de Ferro</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Contentor para Sucata de Cobre</p>  </div> </div>			
Emissão: 09-11-2020	Revisão 0	Execução Fátima Rodrigues	Aprovação Rute Pacheco	Pagina 1 / 1

Figura 27 – OPL para o tratamento de desperdícios metálicos

Nesta encontra-se exposta toda a informação necessária à correta deposição deste material, informação como:

- O tipo do material abrangido;
- A localização destinada à deposição deste tipo de material;
- Os responsáveis pela execução do procedimento estipulado;
- O *timing* da realização deste mecanismo;
- A descrição do procedimento que foi determinado.

De notar que, aquando do desenvolvimento da OPL, averiguou-se a não identificação dos contentores, pelo que é necessário identificar os mesmos recorrendo ao *template* exposto na Figura 28. Neste mesmo



transmite-se a área de trabalho em que o contentor se encontra (VM – a oficina dos transformadores de distribuição e máquinas rotativas), bem como o tipo de material a depositar-se (no caso exposto trata-se de resíduos de cobre).



Figura 28 – Template empregue na identificação dos contentores

### 5.3 Ferramenta de Gestão do Material de Reserva

Relativamente à sucessiva acumulação de material de reserva, de forma a contrariar os efeitos indesejáveis detetados no subcapítulo 4.4, estipulou-se que, sempre que sobrar material ou este for indevidamente requisitado, caso seja possível, uma não conformidade deve ser aberta com o intuito de se proceder à sua devolução ao armazém interno.

Por outro lado, para o material já existente e para aquele em que a sua devolução não é possível, uma vez que não se encontra catalogado, procedeu-se ao desenvolvimento de uma ferramenta em *Microsoft Excel* com o auxílio da linguagem VBA (*Visual Basic for Applications*). Com esta, é pretendido caracterizar todo o material a ser armazenado, bem como realizar a sua devida gestão. Importa referir que, este material será direcionado para o armazém que a organização possui em Crestins.

Esta decisão deve-se, essencialmente, à capacidade limitada do armazém interno em albergar a elevada quantidade deste material existente na oficina.

No fundo, numa primeira instância, proceder-se-á ao registo de todo o material existente na fábrica, sendo que, numa segunda fase, apenas dará entrada nesta ferramenta material em que a sua devolução não é possível.

Com esta ferramenta é pretendido que o utilizador proceda ao registo do material com as devidas informações (código, designação do artigo, entre outros). Esta possui ainda campos destinados à entrada da quantidade que será direcionada para armazenamento, bem como à saída do respetivo material quando este for necessário ao trabalho (reaproveitamento).

Existe, também, uma secção destinada a uma *dashboard*, onde é pretendido providenciar ao utilizador um panorama geral relativamente ao *stock* existente no que diz respeito a este tipo de material.



Posto isto, em concordância com a organização, determinou-se que:

- Esta ferramenta será partilhada na *cloud* da empresa. Desta forma, esta encontrar-se-á sempre atualizada e será possível controlar-se os acessos de leitura e edição;
- A gestão desta ferramenta ficará ao encargo da Logística. No fundo, esta terá como funções a administração do armazenamento deste material, bem como o transporte quer para o armazém (aquando de uma nova entrada), quer para a oficina aquando do reaproveitamento do material;
- Além da logística, também terá acesso a esta ferramenta a área da Produção, uma vez que é da responsabilidade dos operadores efetuar o registo e a entrada dos artigos que sobraram das intervenções e cuja devolução não é exequível. Por outro lado, a área da Gestão de Projetos também irá manusear esta ferramenta, no sentido de, aquando da solicitação de novo material para um determinado serviço, o gestor de projetos deve averiguar, em primeiro lugar, a existência ou não do material necessário através deste sistema. Em caso de existência, o mesmo não necessita de realizar uma nova requisição, dando assim utilidade ao material já existente;
- A comunicação da necessidade de se realizar transporte por parte da logística será executada de forma automática através da ferramenta. A título de exemplo, sempre que for efetuada uma nova entrada neste sistema, a ferramenta gera um email automático com o intuito de alertar a área da logística de que esta deve proceder ao transporte do material.

### 5.3.1 Página do menu principal da ferramenta - *Home*

Inicializando a ferramenta, o utilizador é direcionado para a página principal – *Home* (Figura 29). Nesta, existem 7 botões que, consoante a finalidade do utilizador, irão fornecer e/ou requisitar as devidas informações (Tabela 21).

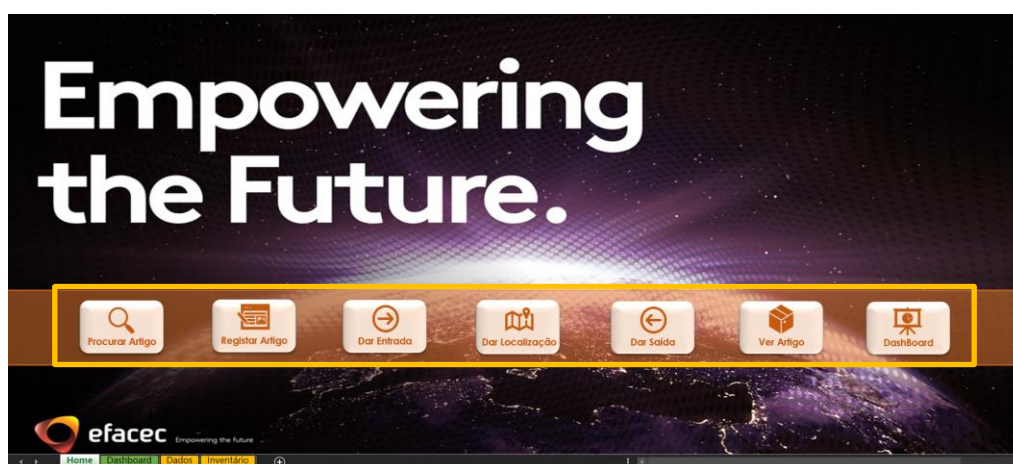


Figura 29 – Página principal da ferramenta – *Home*

Tabela 21 – Funcionalidades dos botões do menu principal

Funcionalidades dos botões do menu principal	
Botão	Objetivo
	Determinar a existência ou não de um dado artigo
	Realizar o registo do artigo na base de dados
	Inserir a quantidade que dará entrada no local de armazenamento
	Inserir a localização afeta ao artigo
	Inserir a quantidade que dará saída do local de armazenamento
	Visualizar todas as informações referentes a um dado artigo
	Visualizar o panorama geral do inventário do material de reserva

### 5.3.2 Procurar Artigo

Independentemente da finalidade com que o utilizador recorre à ferramenta, como primeiro passo a efetuar-se, o mesmo deve clicar no botão “Procurar artigo”. Desta forma, surgirá no *display* formulário exposto na Figura 30. O propósito desta ação centra-se em averiguar a existência ou não de um dado artigo na base de dados desta ferramenta.

Figura 30 – Formulário Procurar Artigo

Visto isto, será requisitado ao utilizador a inserção da designação do artigo que pretende procurar, sendo que à medida que vai digitando, as diferentes combinações possíveis irão surgir no *display* do formulário (Figura 31). Desta forma, o usuário não necessitará de inserir por completo a designação do artigo facilitando assim o processo de busca.

Artigo	Código
Parafuso Sextavado M16*150	07060.160.150
Porca Autoblocante M16	65002000477
Porca Isolante M16	36516025-02

Figura 31 – Exemplo ilustrativo de um processo de busca de um artigo

Caso o artigo não apareça no *display* significa que nunca ocorreu sobras deste tipo de material, pelo que não consta na base de dados. Desta forma, o utilizador deve proceder ao seu registo (botão “Registrar artigo”), bem como introduzir a quantidade que dará entrada no armazém (botão “Dar Entrada”). De salientar que, este botão também servirá para o gestor de projetos, aquando da requisição do material, para confirmar a existência ou não de artigos que possam ser reaproveitados. Assim sendo, em caso negativo, este deverá proceder à solicitação do material.



- O código do artigo, sendo que, sempre que os artigos, que se encontrem a ser inseridos, já possuem um código específico de identificação (criado aquando da sua compra), este mesmo deve ser utilizado. Desta forma, evita-se a existência de diferentes códigos para identificação de um único artigo. Por outro lado, em caso de inexistência de código, proceder-se-á à geração de um código consoante as normas estipuladas pela organização (consultando o guia desenvolvido para tal);
- A data em que o registo do artigo nesta base de dados foi efetuado;
- A designação habitualmente utilizada para a caracterização do artigo;
- A área que o artigo ocupará em termos de armazenamento. Desta forma, primeiramente, analisou-se as diferentes opções possíveis e agrupou-se em três intervalos;
- A localização de armazenamento que o artigo irá assumir.

Para o utilizador iniciar o registo de um novo artigo, este deve clicar no botão “Adicionar”, em que surgirá no *display* o formulário exposto na Figura 33. É requerido, então, ao usuário que digite um conjunto de informações que ficarão posteriormente visíveis na base de dados. De notar que, teve-se em atenção proteger as diferentes folhas de *excel*/ de modo que o utilizador apenas insira a informação através dos meios disponibilizados. Evita-se também que, o formato da ferramenta seja alterado mantendo assim a funcionalidade da mesma.

O formulário 'Registar Artigo' apresenta o seguinte layout:

- Logo da organização (um círculo vermelho e laranja) à esquerda.
- Campos de entrada para: Código, Data, Família de artigos, e Artigo.
- Para o campo Área, há três opções de radio buttons: <math>< 1\text{m}^2</math>, <math>[1;1,5] \text{m}^2</math> e <math>> 1,5\text{m}^2</math>.
- Botões 'Cancelar' e 'Registar' na base do formulário.

Figura 33 – Formulário Registar Artigo

Importante referir que, o registo não é efetuado enquanto o utilizador não preencher todas as informações que lhe são solicitadas. Desta forma, sempre que existir um campo vazio, uma mensagem de erro irá se manifestar com o intuito de relembrar o usuário de digitar os dados em falta. Preenche, ainda, de cor vermelha o campo que não se encontra preenchido (Figura 34).

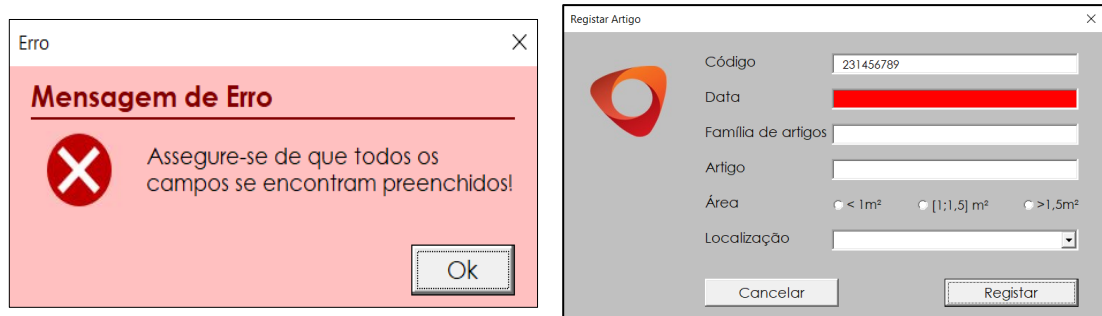


Figura 34 – Mensagem de erro para preencher os dados em falta

Além desta validação, o sistema também se encontra programado para averiguar se o código que fora inserido já se encontra na base de dados. Em caso afirmativo, uma mensagem de erro irá aparecer no ecrã do utilizador (Figura 35).

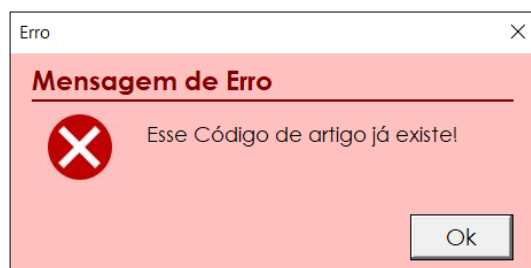


Figura 35 – Mensagem de erro para avisar a existência do código

De referir que, uma vez efetuado o registo com sucesso, uma mensagem de aviso (Figura 36) surgirá no *display*. Com esta, pretende-se alertar o utilizador para introduzir as unidades que dará entrada no armazém relativamente ao artigo que acabara de ser registado. Desta forma, após o alerta, o mesmo é direcionado automaticamente para a página principal, onde tem disponível o botão “Dar Entrada”.

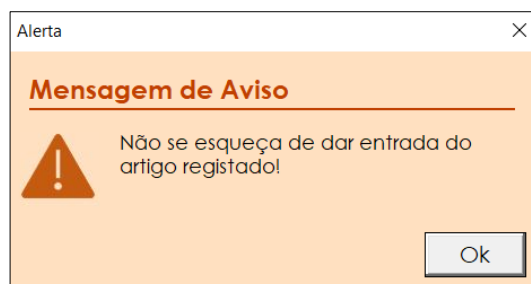


Figura 36 – Mensagem de aviso para dar entrada do artigo

Outro aspeto a referir foca-se na geração de um email automático aquando da finalização do registo do artigo na base de dados. Basicamente, este terá como destinatário a logística, em que o intuito se centra em alertar a mesma de que um novo artigo fora inserido na base de dados, o que significa que, num momento próximo, será necessário proceder-se ao transporte da quantidade inserida para o armazém localizado em Crestins (Figura 37).

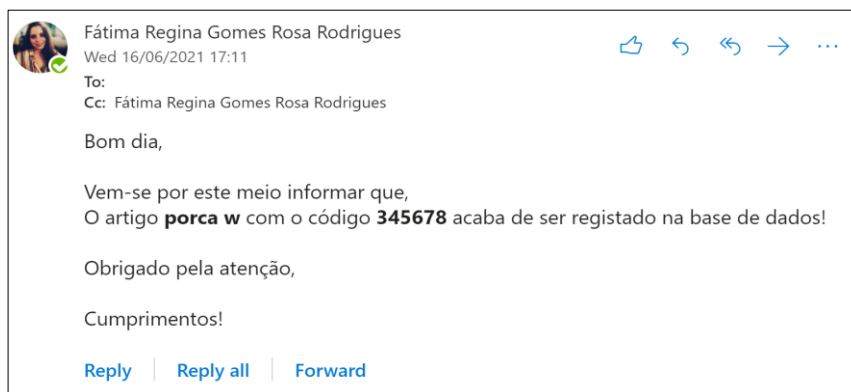


Figura 37 – Exemplo ilustrativo do email gerado para informar o registo de um artigo

Por último, foi ainda necessário considerar o fator humano. Por outras palavras, é muito normal a ocorrência de erros aquando da introdução de dados num sistema, pelo que, com o intuito de se contornar esta adversidade, optou-se por incorporar nesta página o botão “Editar” (Figura 38).



Figura 38 – Botões “Adicionar” e “Editar”

Desta forma, sempre que o utilizador se perceber que inseriu uma informação incorreta este mesmo deve recorrer a este recurso. Uma vez pressionado, um formulário (Figura 39) surge no *display*.

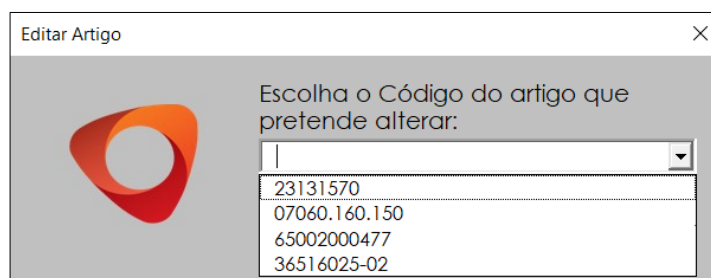


Figura 39 – Formulário Editar Artigo

Visto isto, será solicitado ao usuário a seleção do código do artigo do qual pretende alterar as suas informações. Uma vez selecionado, um novo formulário surgirá (Figura 40). No fundo, trata-se do formulário “Registar Artigo”, mas com as informações anteriormente preenchidas.

Figura 40 – Exemplo ilustrativo do formulário Registar Artigo preenchido

Uma vez disponível, o utilizador pode proceder à alteração dos campos em que a informação inserida se encontra incorreta e, de seguida, proceder à conclusão do registo do artigo.

#### 5.3.4 Dar Entrada

Como referido anteriormente, sempre que se concluir com sucesso o registo de um artigo, o utilizador deve de proceder à entrada do material no sistema. Para tal, recorre-se ao botão “Dar entrada” que se encontra na página principal. Note-se que, este procedimento também será realizado para os casos em que os artigos já se encontrem registados, mas que existe a necessidade de inserir novas quantidades.

Visto isto, uma vez pressionado o botão, um novo formulário ficará visível no monitor. Neste, será requerido ao utilizador a seleção do código de artigo do qual pretende inserir a quantidade. Com isto, após a seleção, ficará exposto no formulário a designação do artigo em questão, bem como a quantidade já existente em *stock* (Figura 41).

Figura 41 – Exemplo ilustrativo do formulário para a entrada dos artigos





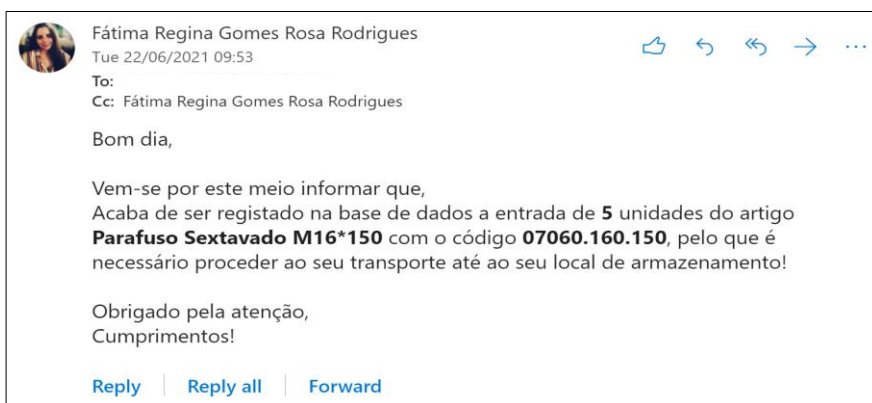


Figura 43 – Exemplo ilustrativo do email gerado para informar a entrada de um artigo

### 5.3.5 Dar Localização

Uma vez efetuado o transporte e o armazenamento dos artigos, o utilizador passa a deter o conhecimento da sua localização, pelo que deve recorrer ao botão “Dar Localização” para inserir esta informação. Desta forma, facilita-se o processo de busca aquando da necessidade de reaproveitar material, visto que ficará registado na base de dados o seu local de armazenamento.

Visto isto, uma vez pressionado este botão, um novo formulário ficará disponível no *display* do utilizador (Figura 44). Neste é requisitado ao usuário a seleção do código do artigo no qual pretende inserir a sua localização.

Figura 44 – Exemplo ilustrativo do formulário inserir localização

### 5.3.6 Dar Saída

Uma vez que, o objetivo do desenvolvimento desta ferramenta foca-se no reaproveitamento de material, dedicou-se um campo destinado à saída dos artigos armazenados. Assim, aquando da entrada de uma nova ordem de serviço, o gestor de projetos deve averiguar a existência de material que pode ser reaproveitado. Em caso afirmativo, deve de recorrer ao botão “Dar saída” de modo a registar-se a

quantidade de cada artigo que é necessário retirar. Assim sendo finalizada esta ação por parte do gestor de projetos, à semelhança do que fora realizado para comunicar a logística do registo e entrada de um artigo, o mesmo irá acontecer para informar sobre a saída. Desta forma, aquando da receção do email, a área da logística passará a ter conhecimento dos artigos e respetivas quantidades a serem transportadas novamente para o chão de fábrica.

Basicamente, o procedimento é idêntico ao realizado para dar entrada. Uma vez pressionado o botão, surge um novo formulário (Figura 45).



Figura 45 – Exemplo ilustrativo do formulário para a saída dos artigos

Importa referir que, caso o utilizador pretenda remover uma quantidade superior à existente, o sistema não efetuará a saída e emitirá uma mensagem de erro (Figura 46) de modo a informar o mesmo de que não existe quantidade suficiente para satisfazer o pedido solicitado.

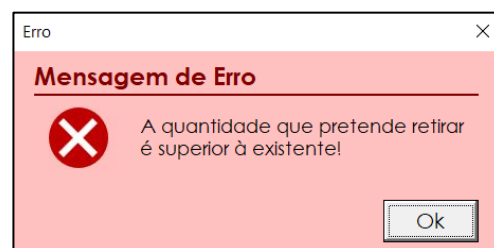


Figura 46 – Mensagem de erro para alerta de quantidade insuficiente

### 5.3.7 Ver Artigo

Na sequência de facilitar a gestão deste tipo de material, considerou-se adequada a criação de um campo que possibilitasse ao utilizador um fácil acesso às diferentes informações afetas a cada artigo. Assim sendo, o utilizador tem à sua disposição o botão “Ver Artigo”, que quando pressionado, um novo

formulário revela-se. Com isto, selecionando o código do artigo que se pretende visualizar, todas as informações ficarão expostas (Figura 47).

Painel de Consulta

efacec Painel de Consulta

**Selecione o Artigo:**

23131570

Designação do Artigo: Anilha De Latão 10,5\*18\*4

Data do Registo: 19/05/2021

Área: <1m²

Localização: Opção 1

Stock: 8

Sair

Figura 47 – Exemplo ilustrativo do painel de consulta dos artigos

### 5.3.8 Dashboard

Por último, ponderou-se que o desenvolvimento de uma *dashboard* (Figura 48) seria crucial para o utilizador uma vez que, providencia o panorama geral do material que se encontra armazenado. O principal propósito desta página passa por fornecer ao usuário, de um modo intuitivo e facilitado, o acesso a informações como:

- O *stock* total;
- A variedade de artigos;
- As diferentes localizações;
- O nível de inventário de cada artigo, quer em unidades quer em percentagem;
- O nível de inventário por família de artigos, quer em unidades, quer em percentagem.

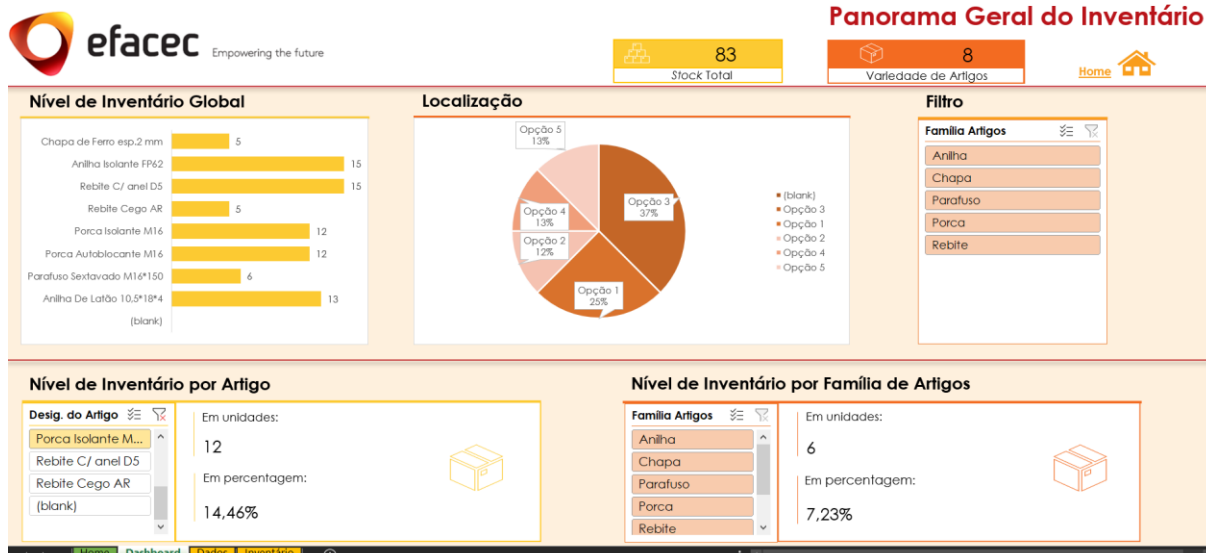


Figura 48 – Exemplo ilustrativo da página “Dashboard” da ferramenta

Visto isto, através da Figura 48, observa-se que o utilizador tem ainda à sua disposição opções de filtragem permitindo ao mesmo restringir a visualização/pesquisa relativamente a um determinado artigo ou família.

Por último, com o intuito de se instruir o utilizador quanto ao funcionamento da ferramenta desenvolvida, procedeu-se à execução de um manual (Figura 49) que transmitisse toda a informação necessária para um correto manuseamento da mesma. Desta forma, o utilizador terá à sua disposição um guia prático que enumera os diferentes passos a serem executados consoante o objetivo pretendido. A título de exemplo, caso o objetivo seja registar um artigo, diversas ações terão de ser efetuadas neste sentido. Assim sendo, estas são expostas neste manual com exemplos práticos de modo a facilitar a aprendizagem por parte do utilizador.

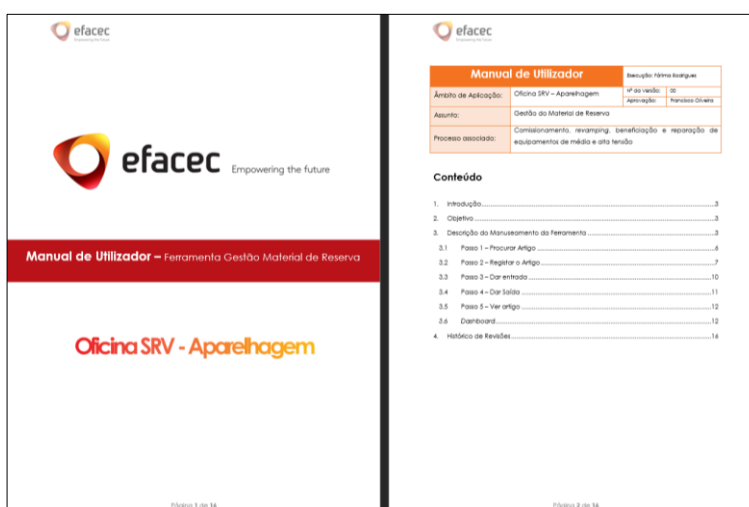


Figura 49 – Manual de Utilizador para o manuseamento da ferramenta

## 5.4 Reconfiguração do *Layout*

Com a análise crítica efetuada ao sistema atual, também se constatou uma necessidade de reconfigurar o *layout* de forma a promover menores distâncias percorridas. Neste seguimento, em primeiro lugar, foi essencial a realização de uma análise dimensional de cada secção de trabalho. Por outras palavras, analisou-se qual a área necessária para a realização dos diferentes trabalhos habitualmente realizados nesta oficina. Na Figura 50, pode ser observado o procedimento adotado para os disjuntores SF6 de AT.

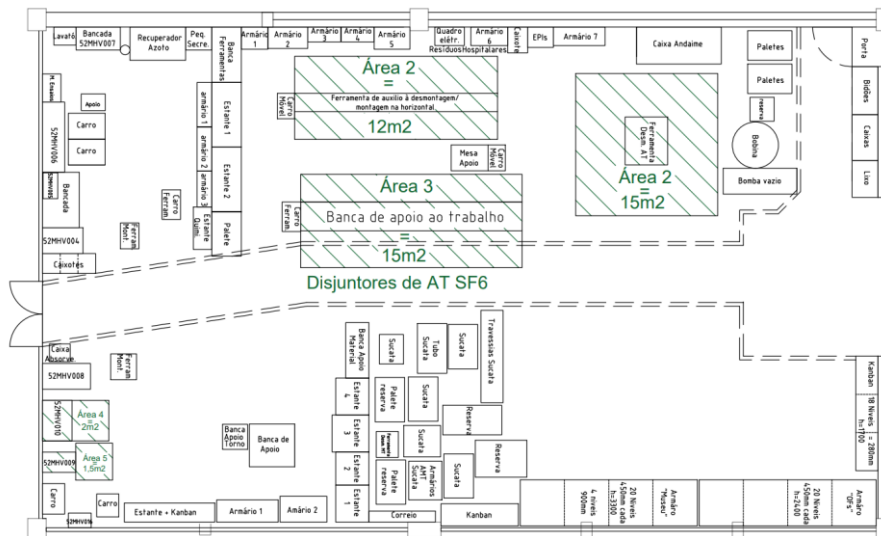


Figura 50 – Análise dimensional da intervenção aos disjuntores SF6 de AT

No fundo, em conjunto com os operadores, procedeu-se ao cálculo da área necessária para a realização do trabalho em cada fase do processo produtivo. O mesmo foi realizado para os restantes tipos de trabalho. Desta forma, foi possível determinar as áreas máximas necessárias à intervenção dos equipamentos. Porém, foi ainda necessário afetar espaço quer para a receção dos disjuntores, quer para a sua expedição, visto ser habitual a ocorrência de esperas quer para o início de uma intervenção, quer para a expedição de um equipamento. Assim sendo, considerando o histórico da organização, chegou-se à conclusão de que seriam necessários, aproximadamente:

- 30 m<sup>2</sup> para o armazenamento dos equipamentos à espera de serem intervencionados;
- 24 m<sup>2</sup> para albergar os disjuntores que aguardam a sua expedição.

Visto isto, tendo em consideração os equipamentos que na realidade são necessários à execução das atividades (*output* resultante da aplicação do primeiro senso dos 5S); o espaço ocupado na realização de cada tipo de trabalho, bem como a área necessária para a receção e a expedição dos disjuntores, averiguou-se que era possível uma redução da área da oficina em aproximadamente 55 m<sup>2</sup> (Figura 51).

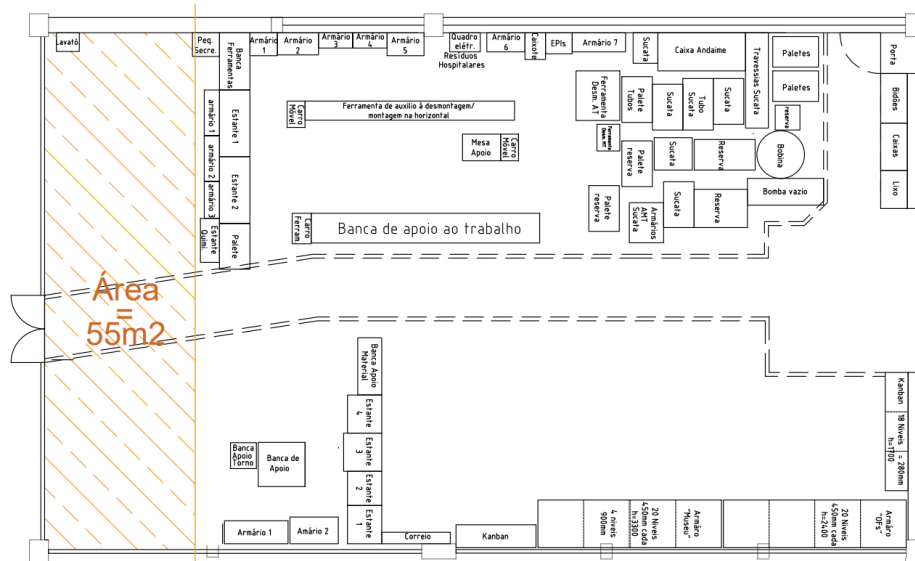


Figura 51 – Redução da oficina VR em 55 m<sup>2</sup>

O passo seguinte consistiu no rearranjo físico dos equipamentos na nova área disponível (249 m<sup>2</sup>). Para tal, tomou-se como base o método *System Layout Planning* Simplificado e adaptou-se à realidade desta oficina.

Numa primeira fase foi necessário analisar o grau de proximidade entre as diversas operações. Uma vez terminada, partiu-se para a estipulação do espaço necessário à execução de cada uma delas. Por fim, tendo em atenção a proximidade e o espaço requerido, desenvolveu-se a nova proposta de *layout*. Assim sendo, inicialmente, com o objetivo de se produzir uma proposta de *layout* inicialmente viável, foi necessário ter em consideração um conjunto de pressupostos que necessitavam de ser atendidos:

- Existência de uma área afeta à receção de disjuntores e outra à expedição, sendo que a sua localização deve ser o mais próxima possível do local de entrada/saída dos disjuntores;
- Promover a separação do trabalho realizado nos equipamentos de MT e AT, isto é, uma área destinada à intervenção de AT e outra à intervenção de MT;
- Os equipamentos/material/consumíveis/itens que são necessários tanto à intervenção de AT como de MT serão localizados na área de trabalho afeta ao tratamento dos disjuntores de MT. Isto porque, a cadência de trabalho destes disjuntores é superior aos de alta tensão, logo promove-se desde já a redução das distâncias percorridas.

Começou-se por analisar a intervenção realizada aos equipamentos de AT. Assim sendo procedeu-se ao agrupamento das diferentes tarefas elementares, consoante a sua similaridade e propósito, em categorias macro de trabalho. Por outras palavras, deste agrupamento resultou 5 subsecções de

trabalho: Subsecção de Desmontagem (S1); Subsecção da Beneficiação/Limpeza (S2); Subsecção de Montagem (S3); Subsecção de Enchimento/Vazio (S4) e Subsecção de Expedição (S5). A título de exemplo, todas as operações que diziam respeito à desmontagem dos disjuntores foram afetas à mesma subsecção de trabalho, a S1. Desta forma, facilitou-se o processo de determinar o grau de proximidade entre as diferentes subáreas de trabalho. Além disto, foi também necessário sintetizar os equipamentos requeridos para a intervenção de AT nas diferentes subsecções de trabalho, desenvolvendo-se a Tabela 22.

Tabela 22 - Equipamentos necessários à realização do trabalho dos disjuntores de AT

Subsecção	Tipo de Trabalho	Equipamentos
S1	Disjuntores SF6 de alta tensão	- Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na vertical (Ferramenta Desmontagem AT); - Aspirador
	Disjuntores hidráulicos de alta tensão	- Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem (Ferramenta Mont.); - Ferramenta de apoio para os acumuladores (Apoio).
S2	Disjuntores SF6 de alta tensão	- Banca de apoio ao trabalho; - Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na horizontal; - 52MHV009 (Cabeça de Torno); - 52MHV010 (Polidor).
	Disjuntores hidráulicos de alta tensão	- Bancada; - Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem (Ferramenta Mont.); - 52MHV009 (Cabeça de Torno); - 52MHV010 (Polidor).
S3	Disjuntores SF6 de alta tensão	- Banca de apoio ao trabalho; - Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na horizontal; - Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na vertical (Ferramenta Desmontagem AT).
	Disjuntores hidráulicos de alta tensão	- Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem (Ferramenta Mont.); - Ferramenta de apoio para os acumuladores (Apoio).
S4	Disjuntores SF6 de alta tensão	- Bomba do Vazio - Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na vertical (Ferramenta Desmontagem AT).
	Disjuntores hidráulicos de alta tensão	- 52MHV007; - Recuperador de Azoto.



Listado todos os equipamentos necessários a cada subsecção, para a determinação da proximidade entre as mesmas, desenvolveu-se a matriz exposta na Figura 52. Aqui o objetivo era compreender o quão próximas estas deveriam se encontrar na nova disposição. Importante referir que, a maior parte das tarefas respetivas à montagem são executadas nos equipamentos necessários à beneficiação, sendo que as restantes operações são realizadas no equipamento afeto à desmontagem. Assim sendo, não foi necessário averiguar o nível de proximidade entre as subsecções S1-S3; S2-S3; S3-S4 e S3-S5. Isto porque, a área afeta às atividades da montagem coincidirá com as áreas de beneficiação e de desmontagem.

Matriz de relações			
	S2	S4	S5
S1	E	E	U
	1,2	1,4	-
S2		E	U
		1,2	-
		S4	O
			-
			S5

Value	COR	Proximidade
A	Red	Absolutamente necessário
E	Yellow	Muito importante
I	Green	Importante
O	Blue	Normal
U	White	Não importante
X	Brown	Não desejável

Código	Razão da Proximidade
1	Menor distância percorrida
2	Partilha de equipamentos
3	Fluxo do material
4	Conveniência

Figura 52 – Matriz das relações com a respetiva legenda

Observando a figura exposta, percebe-se quais as subsecções que necessitam de se encontrarem próximas umas das outras, sendo que a Tabela 23 expõe os motivos dos graus atribuídos a cada relação.

Tabela 23 - Justificação das relações atribuídas

Justificação das relações atribuídas	
Secções	Motivos
S1 – S2	Determinadas operações da subsecção de beneficiação são realizadas nos equipamentos afetos à subsecção de desmontagem. Assim, de modo a promover-se uma menor distância percorrida, considerou-se o nível E para a proximidade entre estas.
S4 – S5	Neste caso, atribuiu-se o nível O à proximidade destas subsecções. O pensamento subjacente foi o facto de o enchimento constituir das últimas operações, pelo que faria sentido, caso o acondicionamento do produto fosse realizado na área de trabalho, este encontrar-se próximo da última operação.
S1 – S5	O grau de proximidade atribuído foi o nível U, visto que não existe qualquer motivo que justifique a obrigatoriedade das proximidades destas subsecções.
S2 – S5	
S1 – S4	Uma vez que, se realiza o vazio antes de se desmontar, de modo a diminuir as distâncias percorridas, era conveniente a proximidade destas duas subsecções. Por outro lado, após a montagem, no caso dos disjuntores hidráulicos de AT, realiza-se o enchimento. Já nos disjuntores

	SF6 de AT é executado novamente o vazio ao disjuntor. Visto que parte das operações da montagem são realizadas na subsecção de desmontagem, considera-se que a proximidade é fundamental, pelo que se atribuiu o nível E.
S2 – S4	Como grande parte das operações da montagem se realiza na S2, da mesma forma que se atribuiu o nível E à relação entre S1 e S4, também se concede o grau E a esta relação.

O raciocínio aplicado à atribuição destes graus de proximidade teve por base o critério de que as distâncias percorridas, quer a nível do produto, como dos operadores, fossem as mais reduzidas possíveis. De mencionar que, uma vez que existe uma área afeta aos disjuntores prontos a serem expedidos, optou-se por estipular que a operação de “Preparação para expedição” seria realizada nessa mesma.

Numa segunda fase, após o desenvolvimento da matriz das relações, foi essencial perceber qual a área a afetar-se à intervenção realizada nos disjuntores de AT (Tabela 24), bem como averiguar se existia ou não algum tipo de condição física que se devesse ter em atenção aquando do desenvolvimento da nova proposta de *layout*. Foi necessário considerar o espaço ocupado pelos equipamentos/itens, bem como a área envolvente necessária à realização do trabalho.

Tabela 24 – Requisição de espaço para a intervenção AT

Subsecções			Condições físicas requeridas	
			Distância mínima	Fontes de alimentação
Nº	Nome	Área/m <sup>2</sup>		
1	Desmontagem	15	-	-
2	Beneficiação/Limpeza	41	E	-
3	Montagem	-	-	-
4	Vazio/Enchimento	12	-	A
5	Expedição	3	-	-
<b>Total</b>		68		
Importância relativa das Condições Físicas				
A	Absolutamente necessário			
E	Muito importante			
I	Importante			
O	Normal			
-	Não Necessário			

Posto isto, observa-se que:

- Para a intervenção efetuada nos equipamentos de AT é necessária uma área total de 68 m<sup>2</sup>, sendo que neste valor não se encontram incorporados os 3 m<sup>2</sup> necessários ao acondicionamento dos disjuntores de AT;
- Na área da Beneficiação/Limpeza existe uma distância mínima que necessita de ser respeitada. Neste caso, a distância entre a banca de apoio ao trabalho e a ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem na horizontal tem de ser pelo menos 1,5 m;
- Os equipamentos integrantes da subsecção do Vazio/Enchimento necessitam de fontes de alimentação para o seu funcionamento, pelo que estes devem ser localizados próximos das mesmas;
- Não se encontra estipulado uma área para a S3, uma vez que, grande parte do seu trabalho é realizado nos equipamentos utilizados pela S1 e pela S2 pelo que esta área já se encontra contabilizada;
- É importante, ainda, referir que parte das operações de beneficiação recorrem a dois dos equipamentos comuns: polidor (52MHV010) e cabeça de torno (52MHV009). Todavia, como referido anteriormente, a área ocupada por estes não será aqui contabilizada, uma vez que estes estarão localizados à área afeta ao tratamento dos disjuntores de MT.

Uma vez concluída a análise para a intervenção de AT, parte-se para a de MT. Assim sendo, à semelhança do que foi planeado para o tratamento dos disjuntores de AT, começou-se por agrupar as operações pelas suas respetivas subsecções, resultando 5: Subsecção de Desmontagem (S1); Subsecção de Beneficiação/Limpeza (S2); Subsecção de Montagem (S3); Subsecção de Ensaio (S4) e, por fim, a Subsecção de Expedição (S5). Foi também necessário resumir os equipamentos utilizados pelas diferentes subsecções nos 4 tipos de trabalho (Tabela 25).

*Tabela 25 - Equipamentos necessários à realização do trabalho dos disjuntores de MT*

Subsecção	Tipo de Trabalho	Equipamentos
S1	Beneficiação de disjuntores DIVAC	- Ferramenta de auxílio à desmontagem/montagem (Ferramenta de Desmontagem MT); - Banca de apoio ao trabalho.
	Reparação de disjuntores	-
	<i>Revamping</i> de disjuntores	- Realizada com o disjuntor no solo.
	Realização de ensaios elétricos	-

S2	Beneficiação de disjuntores DIVAC	- 52MHV010 (Polidor); - Banca de apoio ao trabalho.
	Reparação de disjuntores	- Banca de apoio ao trabalho.
	<i>Revamping</i> de disjuntores	- Realizada com o disjuntor no solo.
	Realização de ensaios elétricos	-
S3	Beneficiação de disjuntores DIVAC	- Ferramenta de desmontagem MT; - Banca de apoio ao trabalho.
	Reparação de disjuntores	-
	<i>Revamping</i> de disjuntores	- Parte é realizada com o disjuntor no solo; - 52MHV010 (Polidor); - 52MHV016 (Esmeril); - 52MHV009 (Cabeça de torno); - 52MHV008 (Furador de Coluna).
	Realização de ensaios elétricos	-
S4	Beneficiação de Disjuntores DIVAC	- Realizado com o disjuntor no solo.
	Reparação de disjuntores	- Banca de apoio de trabalho.
	<i>Revamping</i> de disjuntores	- Realizado com o disjuntor no solo;
	Realização de ensaios elétricos	- Realizado com o disjuntor no solo; - Banca de apoio ao trabalho.

Visto isto, verifica-se que, com a análise da Tabela 25, as operações das diferentes subsecções são realizadas, em grande parte, nos mesmos equipamentos, pelo que já se percebe que a proximidade entre os diferentes equipamentos é praticamente obrigatória, uma vez que estas subáreas irão se sobrepor. Assim sendo, entende-se a não necessidade do desenvolvimento da matriz das relações.

Desta forma, sabendo que:

- Todos os itens/equipamentos que fossem partilhados serão afetos à área de intervenção de MT (equipamentos comuns; armário de químicos; contentor de resíduos perigosos);
- Os equipamentos comuns necessitam de fontes de alimentação, pelo que terão de se localizar próximas destas;
- Necessita-se de uma área total de aproximadamente 53 m<sup>2</sup> para o tratamento dos disjuntores de MT (considerando o espaço ocupado pelos equipamentos/itens e a área envolvente necessária à realização das atividades);
- A operação de “Preparação para expedição” será efetuada na área de expedição dos disjuntores, sendo que, em termos de disjuntores de MT, ocupa uma área de cerca de 1 m<sup>2</sup>.





Uma vez concluída a representação, com o auxílio do *software* AutoCAD, determinou-se a distância percorrida pelo produto em cada tipo de trabalho, chegando aos resultados expostos na Tabela 26.

Tabela 26 - Distâncias percorridas pelos produtos no layout proposto

	Tipo de trabalho	Distância/disjuntor (m)
<b>AT</b>	Disjuntores SF6	230
	Disjuntores Hidráulicos	100
<b>MT</b>	Beneficiação de disjuntores DIVAC	56
	Reparação de disjuntores	40
	<i>Revamping</i> de disjuntores	227
	Realização de ensaios elétricos	33

De seguida, partiu-se para a determinação da distância percorrida pelos produtos ao fim de um ano de trabalho. Para isso seguiu-se o mesmo raciocínio que no subcapítulo 4.2.3 (aplicando a equação 1):

$$DT/ano = (230m \times 6) + (100m \times 1) + (56m \times 22) + (40m \times 14) + (227m \times 11) + (33m \times 8)$$

$$DT/ano = 6033 m$$

Observa-se assim que, em comparação com o *layout* atual, a distância percorrida pelos produtos sofre uma diminuição de 7065 m para 6033 m. Estima-se uma redução de aproximadamente 15%. Desta forma, averigua-se que a proposta desenvolvida vai de encontro às expectativas.

#### 5.4.1 Propostas para a organização do material no *layout* proposto

Anteriormente, observou-se que a elevada dispersão entre o material necessário à realização do trabalho constituía a principal causa para as distâncias percorridas pelos operadores.

Assim, o objetivo focou-se em centralizar o material e localizá-lo nas proximidades das áreas onde estes seriam necessários. Para tal, procedeu-se ao desenvolvimento de novas propostas para o armazenamento deste material recorrendo ao *software Inventor*. De destacar que, entende-se como material as diversas ferramentas e consumíveis (lixa, scotch-brite, entre outros) em que a sua utilização é necessária ao longo do trabalho.

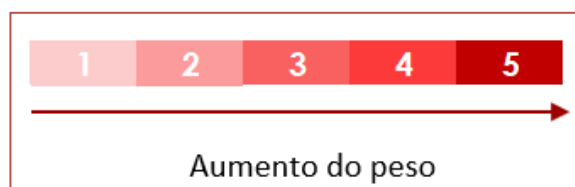
Em primeiro lugar, foi então necessário listar todo o material indispensável à realização do trabalho. Porém, determinados materiais já possuem locais de armazenamento estipulados pela organização e no qual não estava em aberto a alteração da sua localização.

Posto isto, como passo seguinte, para cada material necessário à realização do trabalho, reuniu-se um conjunto de informações necessárias a ter-se em consideração aquando do desenvolvimento das novas propostas para o seu armazenamento (Tabela 27).

*Tabela 27 – Informações retiradas para cada material necessário ao trabalho*

Produto	Material	Frequência/produto	Dimensões/cm	Peso
Disjuntores MT	Máquina de rebarbar	3	51×14×12	4

No fundo, averiguou-se necessário o levantamento de informações como: a frequência de utilização/consumo por produto; as dimensões de cada material, bem como o seu peso. Porém, relativamente a esta última característica, realizou-se uma classificação quantitativa, como se pode observar na Figura 56.



*Figura 56 – Classificação quantitativa do peso*

Importa referir que, para a atribuição dos diferentes níveis de peso aos diferentes materiais teve-se como base de referência o material mais pesado.

Uma vez efetuado este levantamento, iniciou-se o planeamento das novas propostas para a disposição de todo o material. Para tal foi necessário atender-se aos seguintes pressupostos:

- Desenvolvimento de propostas que fossem exequíveis de serem concebidas internamente (serralheiro);
- Reaproveitamento, quando possível, de itens/material existentes para o armazenamento do material;
- Desenvolvimento de propostas que, dentro do possível, fossem de encontro às boas práticas da ergonomia. Por outras palavras, teve-se em consideração as medidas a serem respeitadas para a superfície normal e máxima de trabalho, isto é, às distâncias realizadas aquando do alcance do material (Apêndice 4). Basicamente, em termos de alcance, idealmente, os membros superiores devem percorrer uma distância de até 50 cm, sendo o máximo de 80 cm. Por outro lado, em termos de altura, o material deve-se a encontrar a pelo menos 70 cm do solo, sendo que não deve exceder nunca os 210 cm (Tabela 28).



Tabela 28 – Alcances ideais para a realização de trabalho em pé

	<b>Altura/cm</b>	<b>Alcance/cm</b>
Mínima	70	-
Ideal	[80;160]	50
Máxima	210	80

No fundo, o objetivo centrou-se em estipular posições práticas para a alocação das ferramentas e consumíveis de forma que o seu alcance fosse de fácil acesso; se encontrasse próximo do ponto de utilização e exigisse menor esforço por parte dos operadores.

O princípio base consistiu em alocar as ferramentas com maior peso e com maior frequência de utilização em posições que não exigissem um elevado número de movimentos e esforço por parte do operador aquando do seu alcance.

Visto isto, iniciou-se o trabalho com a representação em 3D de todo o material necessário às diferentes atividades. Uma vez finalizado, tendo em consideração a frequência; as dimensões; o peso, bem como as medidas a serem respeitadas, partiu-se para a conceção das diferentes propostas de organização do material. Isto para as três categorias de produtos intervencionados nesta oficina (Tabela 29, 30 e 31).

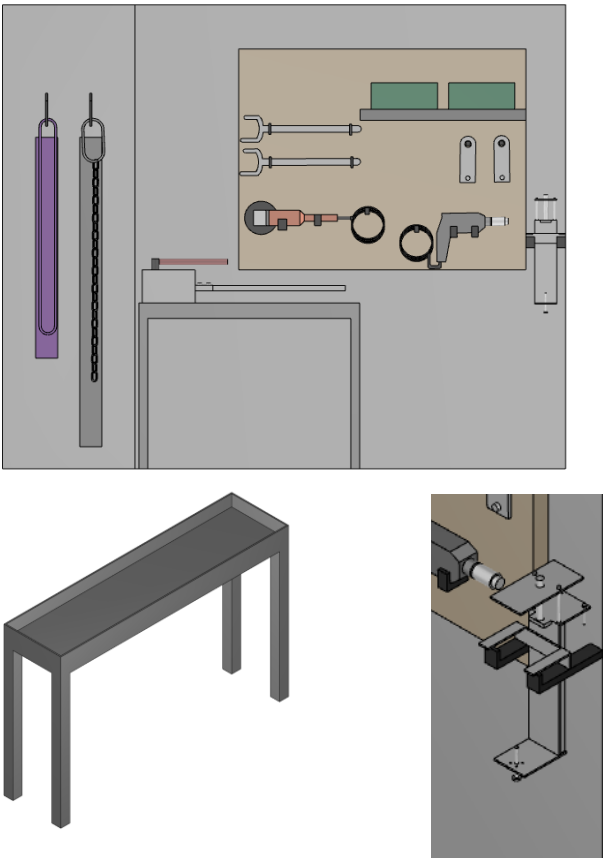
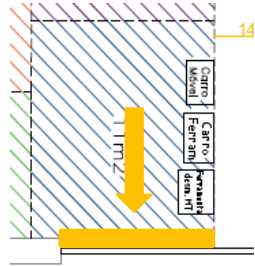
Tabela 29 – Propostas de armazenamento do material para os disjuntores hidráulicos

Disjuntores Hidráulicos de AT			
Produto	Propostas	Observações	Localização
Proposta 1		<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração de um suporte para o armazenamento das ferramentas, que será alocado próximo do equipamento onde estas serão necessárias;</li> <li>Uma vez que se trata de ferramentas com um peso relativamente elevado, teve-se o cuidado de providenciar a altura necessária ao suporte de forma que o operador exigisse o menor esforço possível.</li> </ul>	
Proposta 2		<ul style="list-style-type: none"> <li>Reaproveitamento do espaço disponível na banca de apoio ao trabalho para o armazenamento do material necessário ao mesmo;</li> <li>Adaptação de um painel de forma que o movimento realizado pelo operador aquando do alcance do material não excedesse os 80 cm;</li> <li>Alocação do material mais pesado na parte inferior do painel, uma vez que se encontra mais próximo do nível do operador, exigindo assim um menor esforço por parte do mesmo.</li> </ul>	

Tabela 30 - Propostas de armazenamento do material para os disjuntores SF6 de AT

Disjuntores SF6 de AT			
Produto	Propostas	Observações	Localização
Proposta 1		<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptação de um painel para o armazenamento das ferramentas à banca onde se realiza o trabalho;</li> <li>Desenvolvimento de um suporte para o armazenamento dos consumíveis. Trata-se de um suporte que, através de 4 cantoneiras, é possível a sua movimentação. Desta forma, não se interfere com o espaço necessário à realização do trabalho.</li> </ul>	
Proposta 2		<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento de uns suportes para o armazenamento das garrafas de SF6 vazias (resultantes da intervenção realizada aos disjuntores SF6 de AT). Estes serão afixados à parede e possuirão uma corrente para evitar que estas adornem para a frente e originem acidentes de trabalho.</li> </ul>	

Tabela 31 - Propostas de armazenamento do material para os disjuntores de MT

Disjuntores de MT			
Produto	Propostas	Observações	Localização
Proposta 1		<ul style="list-style-type: none"> <li>Afixação de um painel para o armazenamento das ferramentas e consumíveis necessários à intervenção de média tensão;</li> <li>Desenvolvimento de 2 suportes de afixação direta na parede para a alocação da ferramenta de desmontar as ampolas. Opta-se por esta opção, uma vez que se trata de um utensílio com um peso já considerado significativo, pela que o seu armazenamento no painel não seria viável;</li> <li>Planeamento de uma espécie de banca para o armazenamento da máquina de dobrar cobre. Como se trata de um item com um peso extremamente elevado, a sua afixação na parede não era viável e o armazenamento diretamente no solo exigiria um esforço excessivo por parte do operador.</li> </ul>	



Desta forma, tendo em consideração a frequência de execução de cada tipo de trabalho, foi possível a determinação da distância total percorrida pelos operadores ao fim de um ano de trabalho (recorrendo à equação 1 exposta no subcapítulo 4.2.3).

$$\begin{aligned}DT_{operador/ano} &= \\ &= (1178m \times 6) + (412m \times 1) + (381m \times 22) + (320m \times 14) + (595m \times 11) + (252m \times 8) \\ DT_{operador/ano} &= 28903 m\end{aligned}$$

Assim sendo, estima-se que, com as propostas desenvolvidas em conjunto com o *layout* proposto, é possível uma redução de aproximadamente 30% relativamente às distâncias percorridas atualmente pelos operadores (41573 m). No fundo, tem-se uma poupança de cerca de 12000 metros ao fim de um ano de trabalho.

#### 5.4.2 Aplicação de princípios 5S e Gestão Visual no *layout* proposto

Anteriormente, mais concretamente no subcapítulo 4.3, constatou-se através das observações efetuadas com a auditoria que, existe uma aplicação reduzida a nível do segundo senso dos 5S (*Seiton*). No fundo, em termos de organização, a unidade industrial demonstra uma escassez significativa neste âmbito. Basicamente, verifica-se uma inexistência a nível de designação de locais para os diferentes itens com a sua devida identificação, o que dificulta o processo de busca aquando da realização do trabalho.

Tal se sucede devido ao facto de se encontrar ao livre-arbítrio dos operadores o armazenamento destes itens. Por outro lado, observa-se também uma insuficiência a nível de marcações. Esta existe apenas a nível dos corredores de passagem. Assim sendo, reconheceu-se a necessidade de se tomar medidas neste sentido, sendo esta ainda mais reforçada com a nova proposta de *layout*.

Visto isto, em primeiro lugar, procedeu-se à organização e identificação do *layout* no geral. Consoante as características da área analisada, considerou-se que seria adequado (Figura 58):

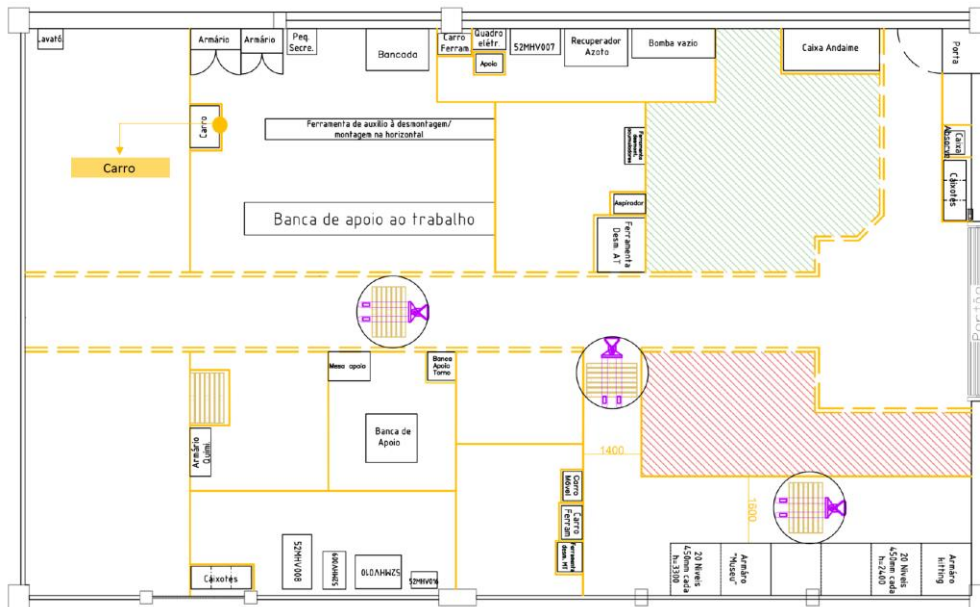


Figura 58 – Aplicação de princípios 5S e Gestão Visual no layout proposto

- Sombrear a vermelho a área de recepção. Desta forma, torna-se intuitivo de que se trata de disjuntores que aguardam a sua intervenção;
- Sombrear a verde a área de expedição, uma vez que trata de um indicador visual de que tudo se encontra conforme e que se pode avançar para a fase seguinte;
- Delimitar, para além das grandes áreas e dos corredores de passagem, as subáreas de trabalho de cor amarela (cor já utilizada pela organização para esses efeitos);
- Marcação e identificação das localizações dos equipamentos móveis conforme o exemplo ilustrado na Figura 59. Note-se que, entende-se como equipamentos móveis todos os itens que durante o trabalho a sua localização altere;

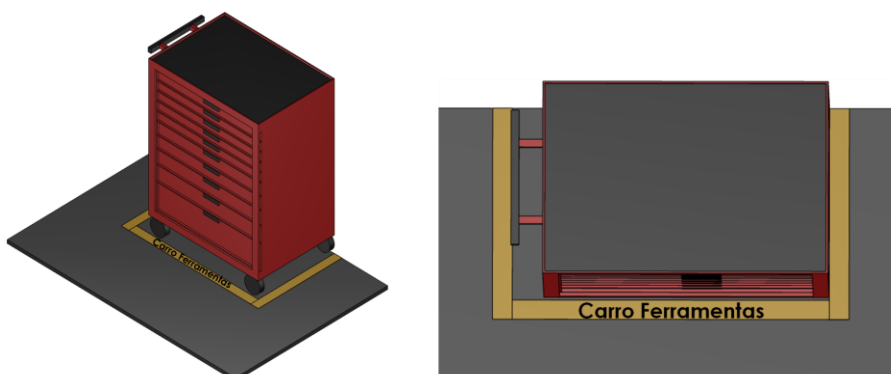


Figura 59 – Exemplo ilustrativo de marcação e identificação dos equipamentos móveis

- Marcação da localização dos diferentes contentores de resíduos;

- Identificação das duas grandes áreas de trabalho, a que se destina à intervenção de AT e a que é direcionada para o tratamento dos disjuntores de MT. Para tal, propôs-se a identificação conforme o exposto na Figura 60. Note-se que, se opta pela utilização do *template* já utilizado pela organização na identificação dos diferentes componentes existentes num *layout*. Deste modo, proporciona-se uma uniformização ao longo de todo o *service*.

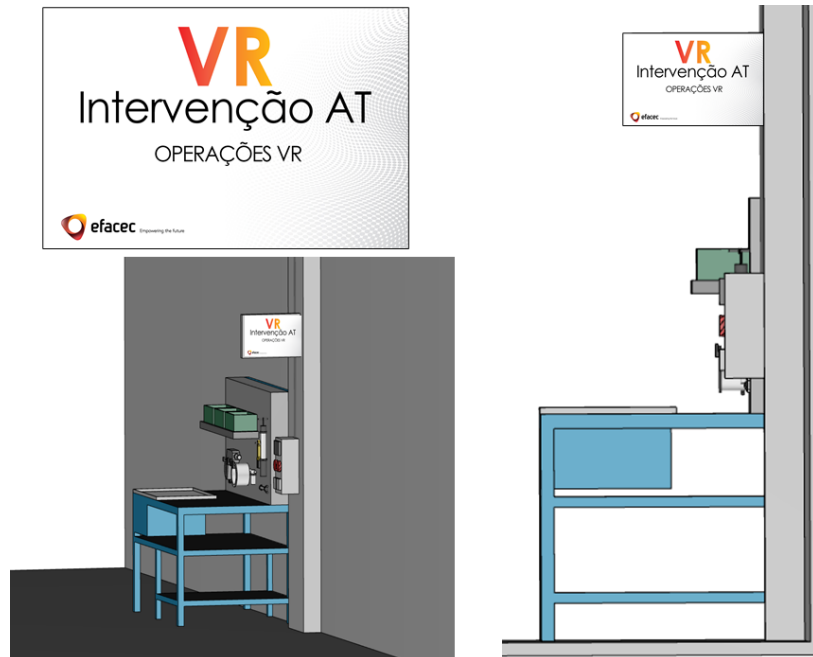


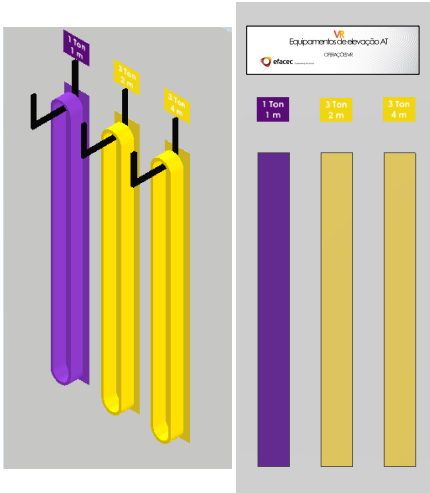

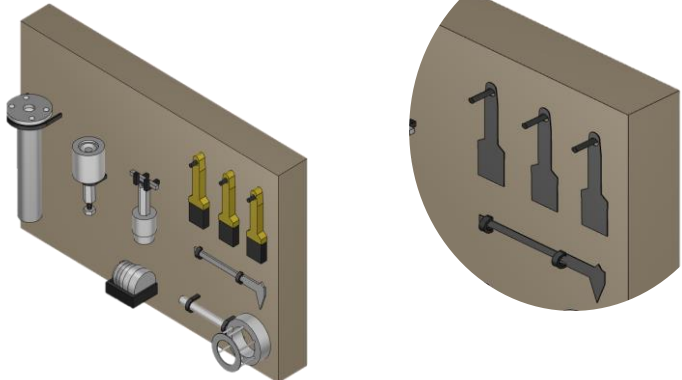
Figura 60 – Exemplo ilustrativo da identificação das áreas macro de trabalho

Após isto, como passo seguinte, realizou-se um planeamento mais pormenorizado. Isto é, anteriormente no subcapítulo 5.4.1, observou-se a necessidade de se desenvolver novas disposições para o material utilizado no trabalho. Essencialmente, procedeu-se à seleção do material estritamente necessário (*Seiri*) e estipulou-se a posição de cada objeto (*Seiton*).

No entanto, de modo a promover-se a arrumação e a organização do local de trabalho, foi necessário propor a estipulação de padrões (*Seiketsu*). Por outras palavras, visava-se a criação de hábitos nos operadores de forma a garantir que ao fim do dia de trabalho todo o material se encontrasse no local estipulado para o seu armazenamento. Assim sendo, a título de exemplo, na Tabela 33 demonstra-se o trabalho realizado neste sentido.



Tabela 33 – Normalização do estado de organização do material

Normalização do estado de organização do material			
Material	Ilustração	Templates	Observações
Equipamentos de elevação			<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação da zona de armazenamento dos equipamentos de elevação. Isto através do <i>template</i> fornecido pela empresa;</li> <li>Afixação de etiquetas de cor correspondente à cinta com a indicação das toneladas e do comprimento da cinta;</li> <li>Sombrear por trás com a cor correspondente à cinta a ser armazenada. Desta forma, visualmente torna-se intuitivo o local de armazenamento.</li> </ul>
Ferramentas			<ul style="list-style-type: none"> <li>Sombrear, com recurso a fita adesiva, a forma da ferramenta. O objetivo focou-se em recorrer a elementos visuais para facilitar o processo de armazenamento destes itens por parte dos operadores.</li> </ul>

Consumíveis		 <table border="1" data-bbox="884 446 1355 678"> <tr> <td data-bbox="884 526 1041 598">Foto</td> <td data-bbox="1041 526 1355 598">Descrição:</td> </tr> <tr> <td data-bbox="884 598 1041 678">Quant.:</td> <td data-bbox="1041 598 1355 678">Código:</td> </tr> </table>	Foto	Descrição:	Quant.:	Código:	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Os recipientes destinam-se ao depósito dos diferentes consumíveis;</li> <li>▪ Delimitação, com recurso a fita adesiva amarela, da localização de cada recipiente;</li> <li>▪ Identificação do conteúdo de cada recipiente através do <i>template</i> exposto. Atendendo às características da oficina, considerou-se essencial que esta transmitisse informações como:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Foto do consumível;</li> <li>- Descrição;</li> <li>- Código do artigo;</li> <li>- Quantidade.</li> </ul> </li> </ul>
Foto	Descrição:						
Quant.:	Código:						

Por último, averiguou-se necessário a aplicação dos 5S nos armários que constituiriam o novo *layout*. Em primeiro lugar, no *layout* proposto, observou-se então que seria necessário a permanência de 3 armários (Figura 61), sendo que:

- O armário A destina-se ao armazenamento de material/ferramentas que são necessários ao trabalho esporadicamente. Trata-se de material especial com uma frequência de utilização reduzida. A título de exemplo tem-se: sonda de temperatura; punções; brocas; pé-de-cabra; micrómetros, entre outros.
- O armário B destina-se à deposição de material a ser utilizado pela intervenção realizada aos disjuntores SF6 de AT. Trata-se de material sensível que não pode estar sujeito a poeiras, pelo que se optou pelo seu armazenamento dentro de um armário.



Tabela 34 – Aplicação dos princípios 5S e Gestão Visual nos armários

Aplicação dos 5S e Gestão Visual nos armários		
Item	Templates	Observações
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação dos 3 armários recorrendo ao <i>template</i> normalmente utilizado pela organização para esse fim. Assim sendo, contribui-se para a uniformização de todo o <i>service</i>.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Para a caracterização de cada artigo opta-se pela utilização do <i>template</i> desenvolvido para a identificação dos consumíveis necessários à realização do trabalho.</li> </ul>



## 5.5 Quadro 5S da Oficina

### 5.5.1 Quadro *kamishibai*

Outro aspeto detetado com a realização da auditoria apresentada no subcapítulo 4.3, centra-se na ausência de planos de limpeza e manutenção do estado da oficina.

Neste seguimento, com o objetivo de se promover a manutenção da organização da oficina, considera-se que, a aplicação de um quadro *kamishibai* direcionado aos 5S, constituiria a solução ideal para contrariar o problema detetado.

Pretende-se introduzir nos operadores o hábito de deixar o seu local de trabalho arrumado e limpo. Isto, através da averiguação do cumprimento de pontos expostos nos cartões. Por outras palavras, cada cartão contemplará um conjunto de tópicos referentes à limpeza e organização das secções de trabalho que necessitarão de serem confirmados ao fim do dia de trabalho, sendo que esta verificação fica à responsabilidade dos operadores afetos à área de trabalho.

Posto isto, inicia-se o trabalho com o planeamento dos cartões a constituírem o quadro *kamishibai*. Assim, consoante a realidade da oficina, chega-se à conclusão de que serão necessários três tipos de cartões (Tabela 35). Um para a verificação diária, outro para uma verificação em apenas dois dias da semana, e o último para uma verificação semanal. Isto, porque existem tarefas que não necessitam de serem executadas diariamente.

De mencionar que, em conjunto com a unidade de negócio, determina-se que esta verificação deve ser realizada 10 minutos antes da hora do termino.

Tabela 35 – Cartões *kamishibai*

Legenda Cartões		
Tipo Cartão	Cor	Descrição
Cartão A	Azul	Verificação diária
Cartão B	Cinza	Verificação à segunda e quinta-feira
Cartão C	Amarelo	Tarefas semanais (à sexta-feira)

Opta-se por providenciar a cada cartão uma cor distinta (Figura 62). Desta forma, o operador rapidamente visualiza que tipo de cartão se trata.



Figura 62 – Frente dos cartões kamishibai

Numa fase seguinte, foi então necessário atribuir as respetivas tarefas a cada cartão. Assim, a título de exemplo, na Figura 63, apresenta-se o trabalho realizado para os cartões de verificação diária.

efacec		
Nº	O que verificar?	OK/NOK
1	As ferramentas/material que foram utilizadas encontram-se devidamente armazenados?	
2	Os equipamentos móveis (ex. carro de ferramentas) encontram-se armazenados no devido local?	
3	A área de trabalho encontra-se desimpedida (sem obstáculos?)	
4	Todos os resíduos resultantes do trabalho encontram-se nos locais corretos?	

Figura 63 - Verso do cartão do tipo A

Uma vez identificados os tópicos, partiu-se para a estipulação do procedimento a ser adotado no manuseamento deste quadro. Assim sendo, a faltar 10 minutos para o fim do dia de trabalho, o operador deve realizar a leitura dos cartões afetos ao dia em questão e confirmar o cumprimento ou não dos tópicos presentes em cada. Caso se verifique a conformidade, o operador deve assinalar a marcador com o símbolo “✓”. Caso contrário, deve assinalar com o símbolo “X”.

Neste sentido, propôs-se que os cartões sejam em plastificados de modo a ser possível novos registos. Visto isto, se com a verificação detetar-se o incumprimento de pelo menos um tópico, o operador deve ter o cuidado de voltar a afixar o cartão com o verso visível e a parte vermelha virada para cima. Por outro lado, se tudo se encontrar conforme o esperado, deve-se deixar o cartão afixado com o verso visível e a parte verde virada para cima.

De referir ainda que, no início da próxima semana de trabalho, os registos efetuados nos cartões devem ser eliminados e estes devem ser novamente expostos com a frente do cartão visível para o operador.

Posto isto, é perfeitamente expectável a ocorrência de incumprimento dos tópicos expostos no cartão. Desta forma, as ações a serem executadas pelos operadores, de modo a retificar os elementos que se encontram a causar entropia no sistema, devem-se encontrar estipuladas e devem ser do conhecimento dos mesmos.

Assim, procedeu-se ao planeamento de três planos de ações, um para cada tipo de cartão. Nestes, encontram-se expostos as medidas a adotar-se aquando da verificação do não cumprimento dos tópicos dos cartões. Na Figura 64, expõe-se o trabalho desenvolvido para o plano de ações afeto ao cartão do tipo A.


 <b>efacec</b> Empowering the future		<b>Plano de ações A</b>	
<b>Objetivo:</b> Promover a manutenção da organização/limpeza da oficina VR			
Problema	Ação a executar	Quem	Prazo
As ferramentas/material não se encontram devidamente armazenados	Alocar as ferramentas/material no local de armazenamento determinado	Operador	De imediato
Os equipamentos móveis encontram-se espalhados pela a área de trabalho	Armazenar os equipamentos móveis no destino que fora estipulado	Operador	De imediato
A área de trabalho encontra-se obstruída	Libertar a área de trabalho de todos os itens que não pertence à mesma	Operador	De imediato
Os resíduos de trabalho encontram-se espalhados pela a área de trabalho	Direcionar os resíduos para os respetivos contentores: • Se resíduos plásticos → Contentor <b>Amarelo</b> ; • Se resíduos papel/cartão → Contentor <b>Azul</b> ; • Se resíduos indiferenciados → Contentor <b>Verde</b> ; • Se absorventes para derrames → Contentor <b>Vermelho</b> ; • Se resíduos contaminados/perigosos → Bidão <b>Azul</b>	Operador	De imediato

Figura 64 – Plano de ações do tipo A

Com a análise da Figura 64, observa-se que as ações a serem executadas são diretas e intuitivas pelo que estas devem ser efetuadas de imediato. Adotou-se o mesmo raciocínio para o desenvolvimento dos outros dois planos de ações.

Apesar de a maioria das ações serem de resolução imediata, em caso de não conformidade, o cartão que continha o(s) tópico(s) em incumprimento, deverá permanecer com a parte vermelha visível e virada para cima. Deste modo, fica visível ao longo da semana o nº de vezes em que não se manteve os postos de trabalho limpos e organizados.



Por último, em conjunto com a unidade, considerou-se ideal o desenvolvimento de uma OPL (Apêndice 5) com o objetivo de estabelecer e normalizar as regras na dinâmica deste quadro. Assim, os operadores têm um acesso contínuo ao procedimento a adotar-se no manuseamento dos cartões.

#### 5.5.2 Auditorias aos 5S

Além do quadro *kamishibai*, propôs-se também à organização uma realização regular de auditorias aos 5S. Deste modo, seria possível a confirmação por pessoas externas de que o quadro *kamishibai* se encontrava a ser implementado, bem como a deteção de novas oportunidades de melhoria.

Neste seguimento, em conjunto com a organização, opta-se pela aplicação do *template* já utilizado para a análise da situação atual, que se encontra exposto no subcapítulo 4.3. Assim, o procedimento a adotar-se aquando da condução destas auditorias é exatamente o mesmo que fora aplicado para a análise da situação atual. Porém, estipula-se que os responsáveis pela execução das mesmas serão constituídos por uma equipa de pelo menos de duas pessoas, uma da área da Engenharia Industrial e outra da área da Qualidade, incorporando, sempre que necessário, elementos de outras áreas.

Como observado anteriormente (subcapítulo 4.3), cada auditoria terá uma respetiva classificação, sendo que o objetivo da unidade se foca em alcançar e manter-se no patamar “Muito Bom”, isto é, na escala dos 90% a 100%.

Foi então necessário estipular a periodicidade entre a realização das diferentes auditorias. Para tal, estabeleceu-se que, a classificação obtida ditará o intervalo de tempo. Deste modo, numa primeira fase, em conjunto com a organização, estabelece-se a periodicidade exposta na Tabela 36.

Tabela 36 – Periodicidade entre auditorias

Classificação da auditoria			
Cor	Classificação	Descrição	Periodicidade entre auditorias
Verde	90 a 100%	Muito bom	De 6 em 6 meses
Verde claro	80 a 89%	Bom	De 4 em 4 meses
Amarelo	70 a 79%	Médio	De 2 em 2 meses
Amarelo claro	50 a 69%	Fraco	De 1 em 1 mês
Vermelho	0 a 49%	Muito fraco	De 15 em 15 dias



**Objetivo:** Normalizar e estabelecer regras na realização de uma auditoria 5S

**→ Aplicável à oficina VR;**

**Objetivo da auditoria:**

- Avaliar a percentagem da aplicação dos princípios da metodologia 5S.

**Responsável pela execução da auditoria:**

- Uma equipa formada por pessoas das áreas Engenharia Industrial e Qualidade (pelo menos duas pessoas). Eventualmente, caso necessário, pessoas de outras áreas poderão acompanhar (ex. Produção).

**Timings:**

- A classificação da última auditoria determina a data de realização da próxima.

Cor	Classificação	Descrição	Periodicidade entre as auditorias
	90 a 100%	Muito Bom	De 6 em 6 meses
	80 a 89%	Bom	De 3 em 3 meses
	70 a 79%	Médio	De 2 em 2 meses
	50 a 69%	Fraco	De 1 em 1 mês
	0 a 49%	Muito Fraco	De 15 em 15 dias

**Procedimento**

**1** Assinalar com um "x" na pontuação que melhor se adequa a cada questão.

**2** Escrever no campo "Observações" todos os aspetos que se demonstrarem relevantes para o desenvolvimento do plano de ações.

**3** Determinar a pontuação obtida em cada senso (cálculo dos subtotais).

**4** Determinar a pontuação total obtida e atribuir a classificação consoante a percentagem calculada (Muito Bom; Bom; Médio; Fraco ou Muito Fraco).

**5** Desenvolver o plano de ações resultante das observações da auditoria realizada.

Legenda da Pontuação		
Código	Símbolo	Descrição
3	😊	Excelente
2	🙂	Bom
1	😐	Normal
0	😞	Mau

Emissão:	Revisão	Execução	Aprovação	Página
	0	Fátima Rodrigues	Francisco Oliveira	1 / 1

Figura 66 – OPL para a normalização das regras na condução de uma auditoria 5S

5.5.3 Quadro Gestão Visual

Por último, de modo a complementar as propostas efetuadas neste sentido, recomendou-se ainda a aplicação de um quadro de gestão visual. Com este pretende-se expor o desempenho da unidade a nível de aplicação dos 5S na oficina. Promove-se assim, através de estímulos visuais, uma partilha objetiva e clara dos resultados a serem obtidos pela organização.

Desta forma, consegue-se estimular uma resposta mais rápida por parte da mesma caso esta se encontre perante indicadores menos desejáveis.

Visto isto, de acordo com as características da unidade e de forma a ir de encontro às suas expectativas, desenvolveu-se a proposta de quadro apresentada na Figura 67.

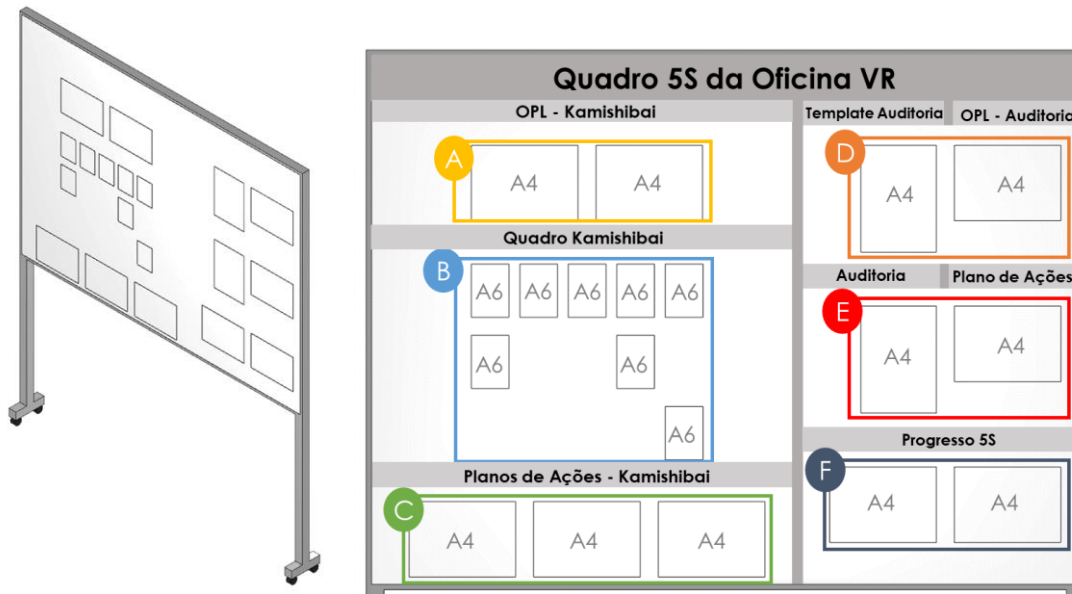


Figura 67 – Exemplo ilustrativo do Quadro planeado para a oficina VR

Percebe-se, assim que, neste quadro, os colaboradores terão acesso a informações como:

- As diferentes OPL desenvolvidas (secção A e parte da D), tanto para a exposição do procedimento da dinâmica do quadro *kamishibai* como para a conduta a adotar-se aquando da realização de uma auditoria aos 5S. Com estas, sempre que for necessário, o operador terá acesso imediato e poderá consultar qual o comportamento a adotar;
- O quadro *kamishibai* (secção B) idealizado para a realidade da oficina. Será a partir desta secção que os operadores deverão retirar os cartões que, após a sua verificação, deverão ser novamente afixados no quadro consoante o cumprimento dos tópicos ou não. Deste modo, ao longo da semana, é possível observar o desempenho dos operadores relativamente à manutenção da organização da oficina;
- Os três tipos de planos de ações elaborados para os três tipos de cartões existentes (secção C). Assim, sempre que se averiguar a ocorrência de incumprimentos, o operador deverá dirigir-se ao quadro e consultar quais as ações a serem executadas. Desta forma, a informação necessária encontra-se acessível e imediata a todos os intervenientes;
- O *template* da auditoria que deve ser realizada na avaliação do nível de aplicação dos 5S na área de trabalho (parte da secção D);
- A última auditoria efetuada juntamente com o plano de ações que deriva desta (secção E). Assim, todas as partes interessadas terão acesso ao resultado obtido da auditoria e quais os próximos

passos a serem executados para se atingirem os objetivos propostos pela organização. Fica à responsabilidade da equipa auditora a atualização da informação presente nesta secção;

- O progresso da oficina no que diz respeito à aplicação dos 5S. Por outras palavras, de modo a incentivar o interesse dos colaboradores em promover a manutenção da organização da oficina, considerou-se que a exposição dos resultados obtidos com o trabalho efetuado nesse sentido seria uma mais-valia. Assim sendo, determinou-se duas formas de apresentar:
  - a. Utilização de um gráfico com a exposição das classificações obtidas nas últimas quatro auditorias (Figura 68). No fundo, o pretendido centra-se em apresentar a evolução do desempenho da unidade, salientando a ocorrência de melhoria ou não entre as últimas duas auditorias efetuadas.

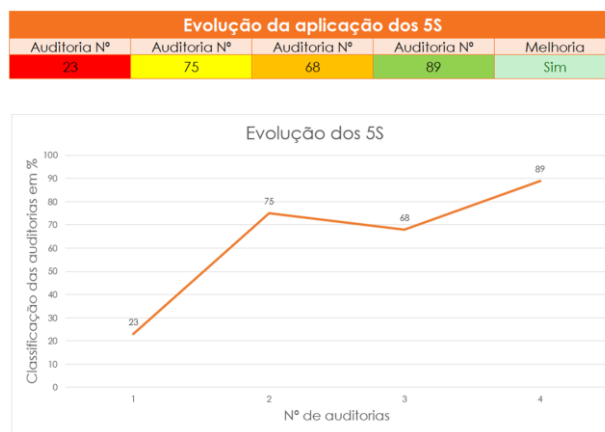


Figura 68 – Exemplo ilustrativo de uma possível evolução dos 5S

- b. Exposição da quantidade de auditorias em cada categoria de classificação (Figura 69). Basicamente, pretende-se compreender em que patamar a empresa se encontra.

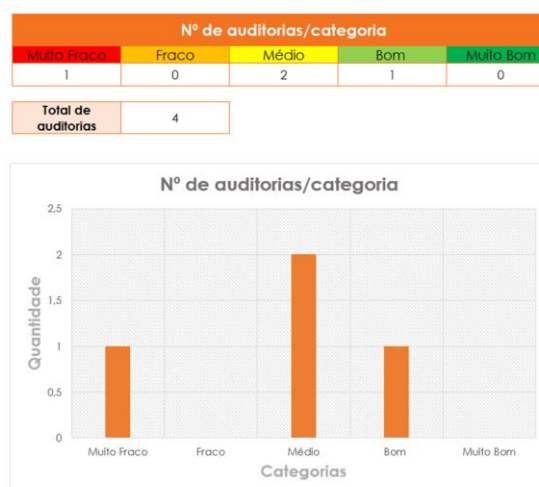


Figura 69 – Exemplo ilustrativo das classificações de auditorias

Posto isto, na Figura 70, expõe-se um exemplo do aspeto final do quadro proposto à organização.

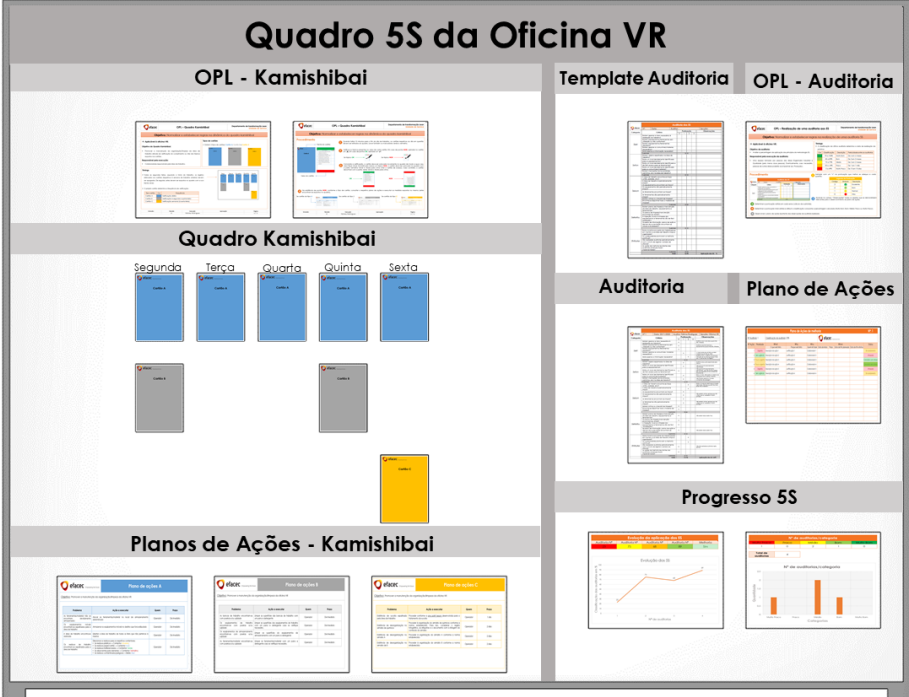


Figura 70 – Exemplo ilustrativo do quadro 5S da oficina VR

## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como observado no subcapítulo 5.1, com a realização da auditoria aos 5S, foi possível a deteção de itens que fazem parte integrante do *layout*, mas que não são necessários à execução do trabalho. Desta forma, considerou-se que a realização de uma análise à frequência de utilização de cada item constituiria uma mais-valia, visto que possibilita a identificação dos elementos estritamente necessários ao processo produtivo, que por sua vez serão aqueles que constituirão o novo *layout*.

Na Figura 71, expõe-se quer a totalidade de itens presentes no *layout* atual (88 unidades), quer a totalidade dos itens que na realidade são indispensáveis ao processo produtivo (*output* obtido com a análise efetuada). Estes últimos representam apenas 40% da totalidade dos itens que se encontram na oficina, o que significa que a passagem para o novo *layout* originará uma diminuição de 60% em termos de elementos presentes na área de trabalho.

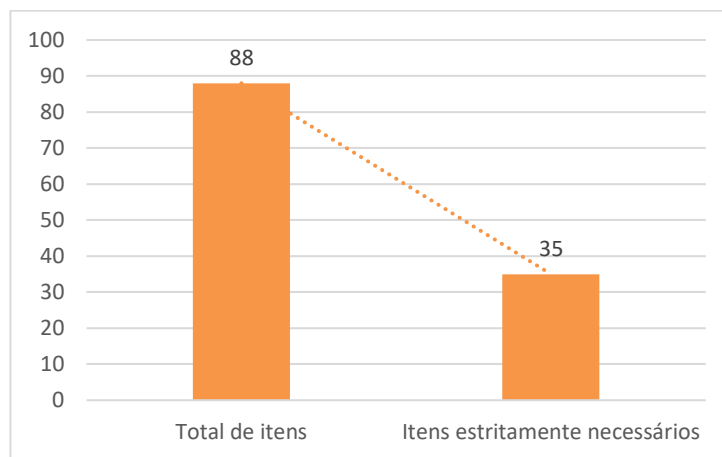


Figura 71 – Total de itens vs Itens estritamente necessários

A realização desta análise veio auxiliar no processo de tomada de decisão relativamente ao destino a atribuir-se a cada elemento, promovendo assim uma utilização equilibrada dos recursos, bem como uma melhor distribuição da área de trabalho. Isto consoante as necessidades reais da oficina.

Além disto, procedeu-se ao desenvolvimento de propostas de melhoria que contrariassem os efeitos gerados pela acumulação quer de desperdícios metálicos, quer de material de reserva.

Assim, com o levantamento efetuado relativamente ao espaço ocupado no chão de fábrica por este tipo de material (Tabela 37) percebe-se que, com a implementação das propostas delineadas para o tratamento deste tipo de material, é possível uma libertação de aproximadamente 10% da área total da oficina, acabando por promover assim a uma melhor utilização deste espaço.

Tabela 37 – Área total ocupada por desperdícios metálicos e material de reserva

	Área/m <sup>2</sup>	Áreas %
Desperdícios Metálicos	7.8	3%
Material de reserva	21.25	7%
<b>Área total Oficina</b>	<b>304</b>	<b>100%</b>

Por outro lado, com o avanço destas duas propostas, é ainda possível a eliminação da tarefa de valor não acrescentado detetado no subcapítulo 4.3, que contribui para a realização de movimentações desnecessárias por parte dos operadores ao desobstruir a área de trabalho aquando da necessidade de intervenção de 1 disjuntor SF6 de AT (Figura 72). No fundo, estas movimentações correspondem aproximadamente a uma distância total de 687 metros percorridos pelo operador.



Figura 72 – Deslocações dos operados ao desobstruir a área de trabalho

Neste seguimento, sabendo que a distância total percorrida pelo operador, aquando do tratamento deste tipo de disjuntores, é de aproximadamente 2227 metros, na Figura 73, expõe-se o ganho previsto, em termos de distância percorrida pelo operador, com a implementação das duas propostas desenvolvidas. Estima-se assim uma diminuição de aproximadamente 31% na distância percorrida pelo operador aquando da intervenção de 1 disjuntor SF6 de AT.



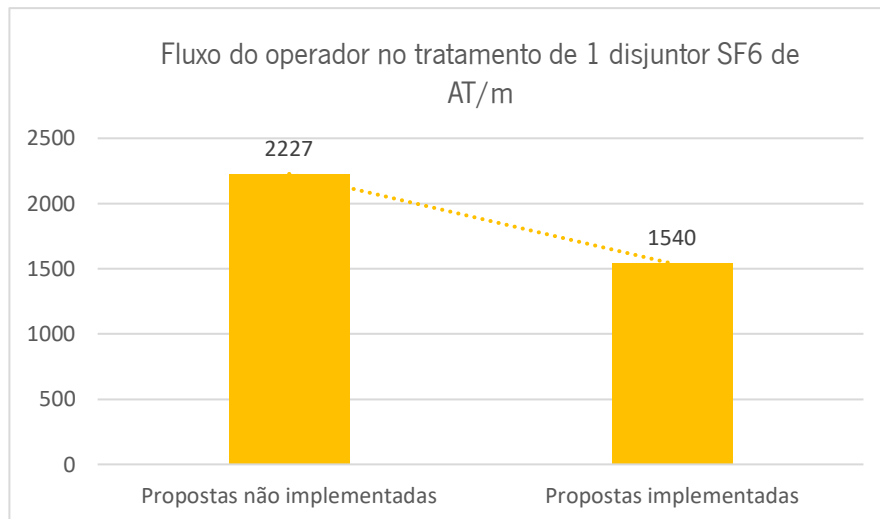


Figura 73 – Comparação das distâncias em função da implementação das propostas

Verificou-se também, com a análise realizada à oficina, a necessidade de se proceder à reconfiguração do *layout*. Assim, iniciou-se o trabalho com o levantamento das áreas necessárias à realização dos diferentes tipos de trabalho, que em conjunto com as áreas destinadas à receção e expedição dos equipamentos, determinou-se o espaço real (249 m<sup>2</sup>) que a oficina necessita para a realização do seu trabalho.

Sabendo que a área total da oficina na atualidade é de 304 m<sup>2</sup>, conclui-se que é possível ceder à oficina dos transformadores de distribuição aproximadamente 18% da sua área total, o que corresponde a 55 m<sup>2</sup>.

Numa segunda fase, partiu-se para o planeamento da disposição dos equipamentos nesta nova área, originando assim uma nova proposta de *layout*. Com isto, procedeu-se à determinação do fluxo do produto no *layout* proposto de formar a averiguar se esta nova disposição contribuía para a redução das distâncias percorridas. Neste sentido, na Tabela 38, expõe-se uma análise comparativa relativamente às distâncias percorridas pelo produto nos dois *layouts*.

Tabela 38 – Análise comparativa das distâncias dos produtos

Tipo de trabalho		Distância/disjuntor	Distância/disjuntor	≠
		<i>Layout atual</i>	<i>Layout proposto</i>	
<b>AT</b>	Disjuntores SF6	265 m	230 m	-35 m
	Disjuntores Hidráulicos	82 m	100 m	+18 m
<b>MT</b>	Beneficiação de disjuntor DIVAC	85m	56 m	-29 m
	Reparação de disjuntores	49 m	40 m	-9 m
	<i>Revamping</i> de disjuntores	223 m	227 m	+4 m

	Realização de ensaios elétricos	48 m	33 m	-15 m
<b>Distância Total/ano</b>	<i>Layout</i> Atual	<i>Layout</i> proposto	Redução	Redução%
	7065 m	6033 m	-1032 m	<b>15%</b>

Observa-se um aumento de 18 metros na distância percorrida na intervenção aos disjuntores hidráulicos e um aumento de 4 metros no *revamping* de disjuntores. Porém, tendo em consideração a frequência de execução, verifica-se que, com o *layout* proposto, é possível uma redução de aproximadamente 15% (1032m). Isto acontece porque deu-se prioridade aos trabalhos com maior frequência de execução.

Por outro lado, com o objetivo de proporcionar uma redução a nível das distâncias percorridas pelos operadores, propôs-se novas propostas para a localização e armazenamento do material necessário à realização do trabalho.

Seguindo o mesmo princípio de que para o fluxo do produto, partiu-se para a determinação das distâncias percorridas pelos operadores. Desta forma, é possível realizar-se a comparação entre os dois *layouts* (Tabela 39).

Tabela 39 – Análise comparativa das distâncias dos operadores

Tipo de trabalho		Distância/disjuntor	Distância/disjuntor	≠	
		<i>Layout</i> atual	<i>Layout</i> proposto		
<b>AT</b>	Disjuntores SF6	2227 m	1178 m	-1049 m	
	Disjuntores Hidráulicos	405 m	412 m	+7 m	
<b>MT</b>	Beneficiação de disjuntor DIVAC	621 m	381 m	-240 m	
	Reparação de disjuntores	392 m	320 m	-78 m	
	<i>Revamping</i> de disjuntores	576 m	595 m	+19 m	
	Realização de ensaios elétricos	290 m	252 m	-38 m	
<b>Distância Total/ano</b>		<i>Layout</i> Atual	<i>Layout</i> proposto	Redução	Redução%
		41573 m	28903 m	-12670 m	<b>30%</b>

Da mesma forma que a distância percorrida pelo produto aumentou para os trabalhos: Disjuntores Hidráulicos e *Revamping* dos disjuntores, o mesmo acontece relativamente à distância percorrida pelo operador, sofrendo um aumento de 7 e 19 metros, respetivamente. No entanto, as reduções obtidas nos restantes trabalhos proporcionam ainda uma redução de aproximadamente 30% ao fim do ano de trabalho (12670m).

Posto isto, importa mencionar que, a implementação da proposta desenvolvida para o novo *layout* encontra-se dependente:

- Da remoção de todos os elementos presentes no *layout* desnecessários à realização do trabalho;
- Do avanço ou não das propostas delineadas para o tratamento dos desperdícios metálicos e do material de reserva.

Por último, todas as propostas realizadas se encontram dependentes umas das outras. Desta forma, de modo a obter-se um ganho significativo, é essencial a implementação de todas as propostas desenvolvidas em conjunto.

Com isto, aquando da realização de uma nova auditoria aos 5S, estima-se um ganho previsto de pelo menos 50 pontos percentuais (Figura 74), sendo que, a obtenção de uma maior classificação (atingir o objetivo definido pela empresa) ficaria pendente da postura assumida pelos colaboradores e da consistência dos auditores. Por outras palavras, da intenção ou não em manter as normas estabelecidas para a organização e limpeza da área de trabalho.

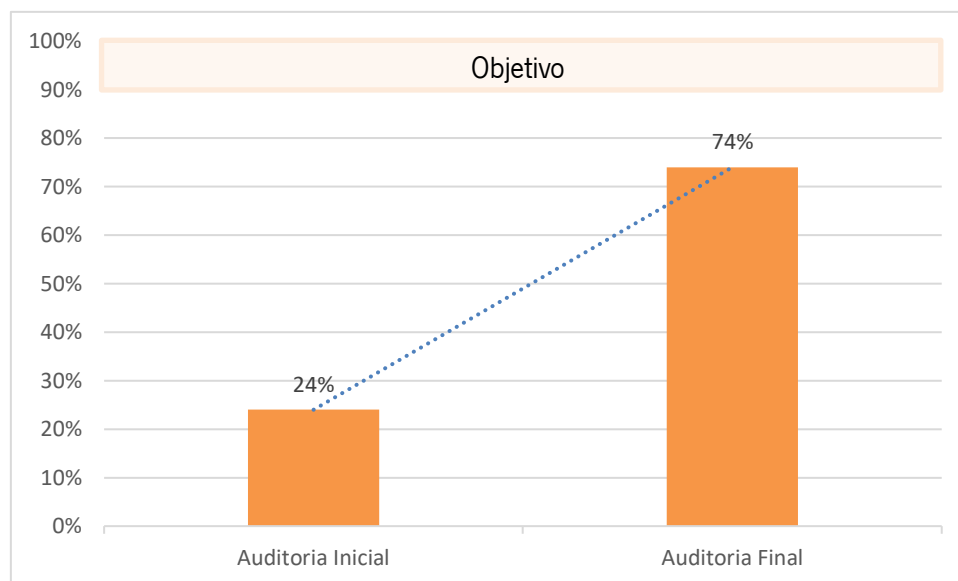


Figura 74 – Ganho previsto com a aplicação das diversas propostas

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo encontra-se as considerações finais da presente dissertação, sintetizando os principais objetivos e os ganhos esperados com as propostas de melhorias apresentadas à organização. Adicionalmente, uma vez que é sempre possível melhorar, propõe-se ainda algumas sugestões de trabalho futuro.

### 7.1 Considerações Finais

O trabalho desenvolvido na Efacec e apresentado ao longo da presente dissertação, centrou-se principalmente, na reconfiguração do *layout* da oficina, visando o aumento da sua eficiência. Isto, através da redução das distâncias percorridas quer pelos produtos quer pelos operadores. No fundo, pretendia-se adaptar a realidade da oficina ao trabalho que atualmente é executado mantendo apenas os equipamentos, ferramentas e consumíveis estritamente necessários à execução das diferentes atividades.

Por outro lado, em simultâneo, objetivava-se também um ambiente *clean*, ergonómico e incentivador à realização do trabalho. Isto através da organização dos postos de trabalho, da implementação de 5S e construção de sistemas de gestão de materiais.

De modo a atingir-se os objetivos propostos, iniciou-se o trabalho com a realização de um diagnóstico ao sistema atual. Assim, em primeiro lugar, procedeu-se à determinação do peso dos diferentes tipos de atividade. Aqui categorizou-se cada tarefa elementar segundo a sua contribuição do ponto de vista da cadeia de valor.

Neste seguimento, em termos médios:

- 53% das atividades são tarefas de valor acrescentado;
- 46.7% diz respeito a tarefas de valor não acrescentado, mas necessárias;
- 0.3% corresponde a tarefas de valor não acrescentado.

Com isto, chega-se à conclusão de que, apenas em 53% das tarefas levadas a cabo no processo produtivo é que se está a acrescentar valor.

O próximo passo focou-se na análise dos fluxos, determinando assim as distâncias percorridas ao fim de um ano de trabalho, quer pelos produtos, quer pelos operadores. Assim, com as características atuais

da oficina tem-se uma distância total de 7065 metros percorrida pelos produtos. Por outro lado, em relação às deslocações realizadas pelos operadores, tem-se uma distância total de 41573 metros.

Numa segunda fase de análise, optou-se pela aplicação de uma auditoria com o principal propósito de avaliar a oficina em termos de aplicação dos princípios 5S. Obteve-se assim uma classificação de “Muito Fraco” arrecadando apenas 24%. Basicamente, este indicador reflete o fraco desempenho da empresa em manter a sua área de trabalho limpa, organizada e apenas com os itens estritamente necessários ao trabalho.

Por último, recorreu-se à técnica *5Why*’s com o objetivo de se retirar as causas raiz que proporcionavam a acumulação de desperdícios metálicos e material de reserva em chão de fábrica.

Posto isto, com a análise efetuada, foi possível confirmar-se a necessidade de a organização adotar determinadas ações, uma vez que esta possui um *layout*:

- Ineficiente, uma vez que a sua configuração proporciona distâncias elevadas;
- Inapropriado ao trabalho atualmente executado, dado à presença de itens desnecessário, contribuindo assim para uma disposição física inadequada;
- Desorganizado, no sentido que não existe um local estipulado para cada item, a sua devida identificação, bem como rotinas que possibilitasse a manutenção da organização e limpeza da área de trabalho.

Neste seguimento, de forma a reduzir o impacto das tarefas de valor não acrescentado, mas necessárias, em conjunto com a organização, estipulou-se que, as ações de melhoria a serem implementadas neste âmbito passaria pela reconfiguração do *layout* e pelo desenvolvimento de novas propostas para o armazenamento e a localização do material necessário à execução do trabalho.

Assim, com a implementação das duas propostas desenvolvidas neste sentido, é possível obter-se uma redução de aproximadamente 15% em termos das distâncias percorridas pelos produtos e 30% em termos das distâncias percorridas pelos operadores.

Além disto, como acréscimo, proporciona-se ainda uma melhoria em termos ergonómicos, visto que as propostas desenvolvidas para o alojamento do material necessário ao trabalho, foram desenhadas tendo em consideração as distâncias ideais para o seu alcance e manuseio. Contribui-se então para a redução da probabilidade dos operadores em contrair lesões musculoesqueléticas.

Por último, com a implementação da nova proposta de *layout*, é possível ainda atender ao pedido da organização cedendo espaço à oficina dos transformadores de distribuição e máquinas rotativas em aproximadamente 55 m<sup>2</sup>, que corresponde a 18% da área atual da oficina analisada.

Note-se que, para o desenvolvimento da nova proposta de *layout*, em primeiro lugar foi fundamental a condução de uma análise à frequência de utilização de cada item presente na área de trabalho. Com esta análise, determinou-se que dos 88 itens presentes no *layout* apenas 35 (40% da totalidade) é que são estritamente necessários à realização do trabalho.

Outro aspeto a mencionar foca-se no facto de que, para que a reconfiguração do *layout* avance, é fundamental proceder-se à remoção de todos os itens desnecessários ao trabalho, sendo que dentro destes encontra-se os desperdícios metálicos, bem como o material de reserva.

Neste seguimento, para o tratamento dos desperdícios metálicos, procedeu-se ao desenvolvimento de uma OPL que retratasse o procedimento a ser adotado pelos operadores aquando da formação deste tipo de material de modo a evitar a sua acumulação em chão de fábrica.

Por outro lado, com o mesmo objetivo, desenvolveu-se uma ferramenta em *Microsoft Excel* com o auxílio da linguagem VBA para o tratamento do material de reserva. Com esta, pretende-se caracterizar todo o material em chão de fábrica de modo a ser possível a sua gestão, bem como o seu futuro reaproveitamento.

Com esta ferramenta em prática torna-se possível a não formação de *stock* deste tipo de material que, na maior parte dos casos, levava à sua obsolescência contribuindo assim para o aumento dos custos.

Por último, de referir que, a implementação destas duas propostas em conjunto, possibilita uma libertação de espaço em aproximadamente 10% da área total da oficina, possibilitando uma utilização mais eficaz do espaço aquando do desenvolvimento da nova proposta de *layout*. Viabiliza ainda a eliminação da tarefa de valor não acrescentado que fora detetada aquando da intervenção dos disjuntores SF6 de AT.

Por outro lado, aquando da análise da auditoria realizada aos 5S, para além dos aspetos já mencionados, observou-se ainda uma:

- Inexistência de locais estipulados para cada item e as suas devidas identificações e marcações;
- Inexistência de rotinas de limpeza/manutenção para os equipamentos e ferramentas, bem como uma ausência de controlo da organização da área de trabalho.

Visando assim o incremento da percentagem obtida na auditoria, para a nova proposta de *layout*, recorreu-se a princípios 5S e de Gestão Visual para se proceder às devidas identificações e marcações dos diferentes itens.

Assim, com as propostas desenvolvidas neste âmbito, proporciona-se uma diminuição do tempo de procura do material por parte dos operadores, dado que este se encontra visível e acessível aos mesmos.

Ainda neste seguimento, foi desenvolvido e proposto à organização um quadro *kamishibai* orientado aos 5S, com o objetivo de impor na vida dos operadores o hábito de manter a sua área de trabalho limpa e organizada. Por outro lado, foi ainda proposto à organização uma realização constante de auditorias aos 5S. Destas, pretende-se retirar um plano de ações com as novas oportunidades de melhoria detetadas de forma que a organização atinja os resultados esperados.

Por fim, de modo a complementar as propostas planeadas neste contexto, recomendou-se a aplicação de um quadro de gestão visual que expusesse o desempenho da unidade a nível da aplicação dos 5S na oficina. Aqui objetiva-se, através de estímulos visuais, uma partilha objetiva e clara dos resultados obtidos pela organização, estimulando assim uma ação mais rápida perante indicadores menos desejáveis.

Posto isto, com a implementação de todas as propostas desenvolvidas, prevê-se uma passagem de 24 para 74%, em termos de classificação obtida na auditoria aos 5S. Por outras palavras, estima-se um ganho de aproximadamente 50 pontos percentuais. Apesar de, ainda não se encontrar dentro do objetivo da empresa, esta encontrar-se-á num bom caminho ficando ao seu encargo o alcance da classificação tão desejada.

De destacar a interdependência entre as diferentes melhorias planeadas, sendo que será essencial a sua implementação em conjunto para que o impacto seja significativo. Deste modo, pode-se concluir que, o trabalho exposto nesta dissertação permitiu dar resposta às questões de investigação propostas na secção 2.1 e que cumpriu os objetivos propostos pela empresa.

Conclui-se ainda que, para além do envolvimento da gestão de topo, é essencial abordar os colaboradores que se encontram diretamente relacionados com o processo. Isto porque, estes diariamente lidam com as atividades, possuindo assim o conhecimento de todos os aspetos, tanto positivos como negativos, interrelacionados com o processo produtivo.

Constatou-se ainda que, a condução de um projeto desta dimensão apenas se torna possível com a participação de todas as partes interessadas, facilitando assim a resolução de problemas que surgissem com o desenrolar do mesmo. Percebe-se, assim, a importância da consciencialização de todos os

intervenientes, uma vez que cada um desempenha um papel fundamental para se atingir os objetivos propostos.

Em suma, como última consideração, o desenvolvimento desta dissertação proporcionou à sua autora adquirir competências fundamentais para a entrada no mercado de trabalho, destacando-se a capacidade comunicativa com aos diferentes intervenientes.

## **7.2 Limitações e Trabalhos Futuros**

Ao longo do trabalho exposto nesta dissertação, a maior dificuldade sentida passou por perceber a forma de como aplicar as diferentes metodologias *lean* à realidade da oficina. Isto porque, o trabalho realizado nesta área pode ser comparado a uma oficina de automóveis, onde se realiza revisões ou então arranjos de diferentes tipos de avarias. Desta forma, cada caso é um caso, tornando assim mais complexo o processo de análise do trabalho habitualmente efetuado nesta área.

Dada a limitação temporal do projeto, aponta-se como trabalhos futuros os seguintes tópicos:

- A implementação e desenvolvimento das diversas ações de melhoria propostas à organização;
- Aplicação da metodologia *Standard Work* para o desenvolvimento das instruções de trabalho em défice, relativamente ao *revamping* dos disjuntores.

Para além disto, todas as iniciativas abordadas ao longo desta dissertação poderão constituir âmbito de melhoria, dado que as dificuldades sucedem todos os dias, sendo necessário um esforço constante num acompanhamento e numa análise contínua dos processos de forma a visualizar gradualmente as diferentes oportunidades de melhoria que possam surgir.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu, F., Gholami, H., Saman, M., Zakuan, N., & Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. *Journal of Cleaner Production*, *234*, 660–680. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.279>
- Alefari, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*, *63*, 756–761. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.169>
- Alves, A., Kahlen, F., Flumerfelt, S., & Siriban-Manalang, A. (2014, August). Lean Production Multidisciplinary: from Operations To Education. *7th International Conference on Production Research - Americas*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1524.0005>
- Alves, A., Sousa, R., Dinis-Carvalho, J., & Moreira, F. (2015). Production systems redesign in a lean context: A matter of sustainability. *FME Transactions*, *43*(4). <https://doi.org/10.5937/fmet1504344A>
- Bateman, N., Philp, L., & Warrender, H. (2016). Visual management and shop floor teams – development, implementation and use. *International Journal of Production Research*, *54*(24). <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1184349>
- Benjamin, S., Marathamuthu, M., & Murugaiah, U. (2015). The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *21*(4). <https://doi.org/10.1108/JQME-09-2013-0062>
- Braglia, M., Frosolini, M., & Gallo, M. (2017). SMED enhanced with 5-Whys Analysis to improve set-up reduction programs: the SWAN approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *90*(5–8). <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9477-4>
- Card, A. (2017). The problem with 5 whys'. *BMJ Quality and Safety*, *26*(8). <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2016-005849>
- Carvalho, D. (n.d.). *Sistemas de Produção Lean*. [PowerPoint slides]. Blackboard.
- Correia, V. (n.d.). *Análise e Otimização de Processos - Gestão Visual*. [PowerPoint slides]. Moodle.
- Cruz, A., Tereso, A., & Alves, A. (2020). Traditional, Agile and Lean Project Management. *Journal of Modern Project Management*, *08*(2), 86–95. <https://doi.org/10.19255/JMPM02407>

- Eaidgah, Y., Maki, A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Eden, C., & Huxham, C. (1996). Action research for management research. *British Journal of Management*, 7(1). <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.1996.tb00107.x>
- Ellis, G. (2020). Workflow—Kanban and Kamishibai: Just-In-Time Rationalization. *Improve*, 401–425. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809519-5.00021-1>
- Gangidi, P. (2019). A systematic approach to root cause analysis using 3 × 5 why's technique. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1). <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2017-0114>
- Gonçalves, M. (2018). *Introdução ao Estudo do Trabalho*. [PowerPoint slides]. Moodle.
- Jaca, C., Viles, E., Jurburg, D., & Tanco, M. (2014). Do companies with greater deployment of participation systems use Visual Management more extensively? An exploratory study. *International Journal of Production Research*, 52(6). <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.848482>
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Joochim, O., & Meekaew, J. (2016, July 5). Application of TPM in production process of aluminium stranded conductors. *ICIMSA 2016 - 2016 3rd International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Applications*. <https://doi.org/10.1109/ICIMSA.2016.7503996>
- Khariwal, S., Kumar, P., & Bhandari, M. (2020). Layout improvement of railway workshop using systematic layout planning (SLP) – A case study. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.444>
- KII. (2015, July 28). *Kaizen Institute Blog*. What Is Lean Manufacturing or Lean Thinking? <https://in.kaizen.com/blog/post/2015/07/28/what-is-lean-manufacturing-or-lean-thinking>
- Muther, R., & Hales, L. (2015). *Systematic Layout Planning* (4<sup>th</sup>). Management & Industrial Research Publications. [www.MIRPBooks.com](http://www.MIRPBooks.com)
- Niederstadt, J. (2013). *Kamishibai Boards - A Lean Visual Management system that supports layered audits* (1st ed.). Productivity Press.
- O'Brien, R. (1998). An overview of the methodological approach of action Research. *University of Toronto*.

- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, *60*, 380–385. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- Peiris, P., Hui, F., Ngo, T., Duffield, C., & Garcia, M. (2021). A Case Study on Early Stage Adoption of Lean Practices in Prefabricated Construction Industry. *Lecture Notes in Civil Engineering*, *94*, 589–600. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7222-7\\_48](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7222-7_48)
- Pereira, A., Abreu, M., Silva, D., Alves, A., Oliveira, J., Lopes, I., & Figueiredo, M. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, *52*. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.019>
- Randhawa, J. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, *34*(3). <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Romero, F. (2020). *Métodos de Investigação*. [PowerPoint slides]. Blackboard.
- Sadiq, S., Amjad, M., Rafique, M., Hussain, S., Yasmeen, U., & Khan, M. (2021). An integrated framework for lean manufacturing in relation with blue ocean manufacturing - A case study. *Journal of Cleaner Production*, *279*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123790>
- Sancha, C., Wiengarten, F., Longoni, A., & Pagell, M. (2020). The moderating role of temporary work on the performance of lean manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, *58*(14), 4285–4305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1651458>
- Santos, M. (2018). *Aplicação de uma metodologia Lean ao serviço da manutenção numa empresa do sector alimentar*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). Research Methods for Business Students. In *Business* (Vol. 5th). Harlow: Pearson Education Limited. <http://books.google.com/books?id=u-txfacFiEC&pgis=1>
- Singh, S., & Kumar, K. (2020). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019>
- Souza, J., & Alves, J. (2018). Lean-integrated management system: A model for sustainability improvement. *Journal of Cleaner Production*, *172*, 2667–2682. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.144>
- Steenkamp, L., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. (2017). Visual Management System to Manage

Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 8, 455–462.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>

Sundar, R., Balaji, A., & SatheeshKumar, R. (2014). A review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>

Szwedzka, K., & Kaczmarek, J. (2018). One point lesson as a tool for work standardization and optimization -case study. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 605, 21–31.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60828-0_3)

Tortorella, G., Fettermann, D., Miguel, P., & Sawhney, R. (2020). Learning organisation and lean production: an empirical research on their relationship. *International Journal of Production Research*, 58(12), 3650–3666. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1633028>


Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*.




## APÊNDICE 2 – TEMPLATE DA AUDITORIA AOS 5S

	Auditoria dos 5S						
	Nº:	Data:	Auditor:			Secção:	
Categoria	Critério	Pontuação				Observações	
		0	1	2	3		
Seiri	Existem apenas os itens necessários à realização do trabalho?						
	Existem equipamentos/ferramentas sem utilização ou não conformes?						
	Existem equipamentos/ferramentas obsoletos?						
	Existem apenas os consumíveis/materiais necessários?						
	Existe apenas a informação necessária?						
	<b>Subtotal:</b>	<b>0/15</b>					
Seiton	Existem objetos espalhados na área de trabalho?						
	Existe um local devidamente identificado para os equipamentos?						
	Existe um local devidamente identificado e de fácil acesso para as ferramentas?						
	Existe um local devidamente identificado para os consumíveis/materiais?						
	Existem marcações (zonas proibidas, caminhos, etc) na área de trabalho?						
	<b>Subtotal:</b>	<b>0/15</b>					
Seison	A área de trabalho encontra-se limpa (chão, paredes, etc)?						
	A área de trabalho é periodicamente limpa?						
	Os equipamentos encontram-se limpos?						
	Os equipamentos são periodicamente limpos?						
	As ferramentas encontram-se limpas?						
	As ferramentas são periodicamente limpas?						
	Existem rotinas ou <i>checklist</i> de limpeza?						
	Encontra-se disponível todo o material de limpeza?						
<b>Subtotal:</b>	<b>0/24</b>						
Seiketsu	Existem planos de limpeza e manutenção da área de trabalho, equipamentos e ferramentas?						
	Os planos de limpeza/manutenção encontram-se visíveis?						
	A inspeção visual e a limpeza dos equipamentos e ferramentas são de fácil realização?						
	Quadros de informação, planos de ação e demais documentação encontram-se visíveis e atualizados?						
	<b>Subtotal:</b>	<b>0/12</b>					
Shitsuke	Existe iniciativa por parte dos trabalhadores em manter a sua área de trabalho limpa e organizada?						
	Os colaboradores promovem a melhoria contínua?						
	São realizadas auditorias periodicamente com o intuito de registar o estado da oficina?						

	As ações de melhoria resultantes das auditorias anteriores foram implementadas?					
	Subtotal:			0/12		
	<b>Total:</b>			<b>0/78</b>		<b>Aplicação dos 5S: %</b>

*Figura 76 – Template da auditoria aos 5S*

## APÊNDICE 3 – PRIMEIRA AUDITORIA REALIZADA AOS 5S

	Auditoria dos 5S						
	Nº 1	Data: 25/11/2020	Auditor: Fátima Rodrigues		Secção: Oficina VR		
Categoria	Critério	Pontuação				Observações	
		0	1	2	3		
Seiri	Existem apenas os itens necessários à realização do trabalho?	x				Existência de muitos itens que já não são utilizados.	
	Existem equipamentos/ferramentas sem utilização ou não conformes?	x				Existência de ferramentas e equipamentos que já não são utilizados.	
	Existem equipamentos/ferramentas obsoletos?	x					
	Existem apenas os consumíveis/ materiais necessários?		x			A maior parte dos armários contém material que já não se utiliza.	
	Existe apenas a informação necessária?			x		Existência de um défice nas folhas de instrução do revamping de disjuntores de MT (planos de montagem).	
	Subtotal:				3/15		
Seiton	Existem objetos espalhados na área de trabalho?		x			Existência de sucata espalhada pela oficina.	
	Existe um local devidamente identificado para os equipamentos?		x			Não se encontra devidamente identificado.	
	Existe um local devidamente identificado e de fácil acesso para as ferramentas?	x				Não se encontra devidamente identificado, nem são de fácil acesso. Elevada dispersão entre as diferentes ferramentas.	
	Existe um local devidamente identificado para os consumíveis/materiais?		x			Está um misto.	
	Existem marcações (zonas proibidas, caminhos, etc) na área de trabalho?		x			Identificado apenas a nível de corredores de passagem.	
	Subtotal:				4/15		
Seison	A área de trabalho encontra-se limpa (chão, paredes, etc)?			x		Existe uma equipa destinada à limpeza desta área. Sempre que está fechada estas não a realizam.	
	A área de trabalho é periodicamente limpa?			x			
	Os equipamentos encontram-se limpos?		x				
	Os equipamentos são periodicamente limpos?		x			Não existem rotinas, sempre que vão utilizar e se for necessário limpam primeiro.	
	As ferramentas encontram-se limpas?		x				
	As ferramentas são periodicamente limpas?		x			Não existem rotinas, sempre que vão utilizar e se for necessário limpam primeiro.	
	Existem rotinas ou <i>checklist</i> de limpeza?	x					
	Encontra-se disponível todo o material de limpeza?	x					
Subtotal:				8/24			
Seiketsu	Existem planos de limpeza e manutenção da área de trabalho, equipamentos e ferramentas?	x				Não existe nada a este nível.	
	Os planos de limpeza/manutenção encontram-se visíveis?	x					
	A inspeção visual e a limpeza dos equipamentos e ferramentas são de fácil visualização?	x					
	Quadros de informação, planos de ação e demais documentação encontram-se visíveis e atualizados?	x				Não existe nada a este nível.	
	Subtotal:				0/12		
Shitsuke	Existe iniciativa por parte dos trabalhadores em manter a sua área de trabalho limpa e organizada?			x			
	Os colaboradores promovem a melhoria contínua?			x			



	São realizadas auditorias periodicamente com o intuito de registrar o estado da oficina?	x				Não são realizadas auditorias neste sentido.
	As ações de melhoria resultantes das auditorias anteriores foram implementadas?	x				
	Subtotal:		4/12			
	<b>Total:</b>		<b>17/78</b>			<b>Aplicação dos 5S: 24%</b>

*Figura 77 – Primeira auditoria realizada aos 5S*

## APÊNDICE 4 – DIMENSIONAMENTO DE UM POSTO DE TRABALHO EM PÉ

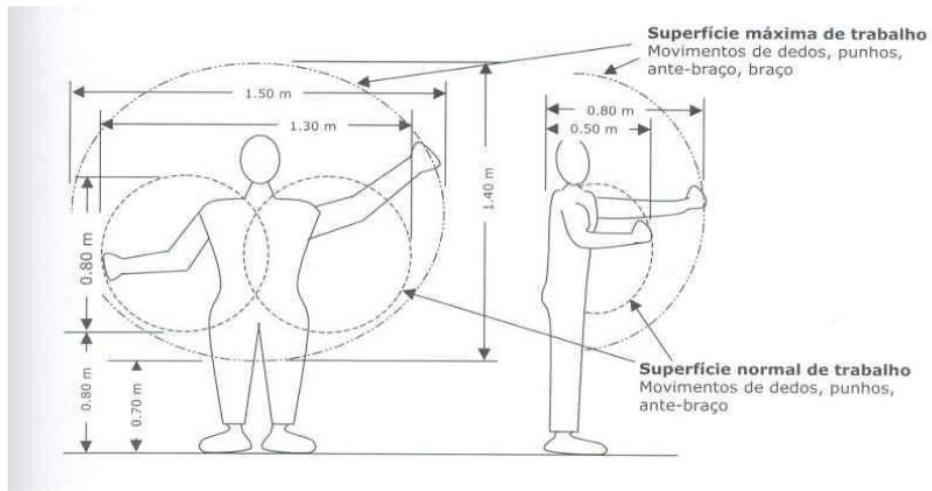






Figura 78 – Dimensionamento de um posto de trabalho em pé

(Gonçalves, 2018)

## APÊNDICE 5 – OPL DO QUADRO *KAMISHIBAI*

	<h3>OPL – Quadro Kamishibai</h3>	Departamento de transformação Lean Unidade de Service												
<b>Objetivo:</b> Normalizar e estabelecer regras na dinâmica do quadro kamishibai														
<p>→ <b>Aplicável à oficina VR;</b></p> <p><b>Objetivo do Quadro Kamishibai:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Promover a manutenção da organização/limpeza da área de trabalho através da verificação do cumprimento ou não dos tópicos expostos nos cartões.</li> </ul> <p><b>Responsável pela execução:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Colaboradores responsáveis pela área de trabalho.</li> </ul>	<p><b>Tipos de cartões</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Existem 3 tipos de cartões: <b>Cartão A</b>; <b>Cartão B</b> e <b>Cartão C</b></li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Cartão A</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Cartão B</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Cartão C</p> </div> </div>													
<p><b>Timings</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Todas as segundas feiras, aquando o início do trabalho, os registos efetuados nos cartões (respetivos à semana de trabalho anterior) devem ser apagados. De seguida, estes devem ser expostos no quadro com a sua frente visível.</li> <li>O próprio cartão determina a frequência de verificação:</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th>Tipo cartão</th> <th>Cor</th> <th>Frequência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cartão A</td> <td style="background-color: #4a90e2;"></td> <td>Verificação diária</td> </tr> <tr> <td>Cartão B</td> <td style="background-color: #a6a6a6;"></td> <td>Verificação à segunda e quinta-feira</td> </tr> <tr> <td>Cartão C</td> <td style="background-color: #f1c40f;"></td> <td>Verificação semanal (à sexta-feira)</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo cartão	Cor	Frequência	Cartão A		Verificação diária	Cartão B		Verificação à segunda e quinta-feira	Cartão C		Verificação semanal (à sexta-feira)	<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div>	
Tipo cartão	Cor	Frequência												
Cartão A		Verificação diária												
Cartão B		Verificação à segunda e quinta-feira												
Cartão C		Verificação semanal (à sexta-feira)												

**Objetivo:** Normalizar e estabelecer regras na dinâmica do quadro kamishibai

**Procedimento**



1 Quando faltar 10 minutos para o fim do dia de trabalho, os cartões respetivos ao dia em questão devem ser retirados do quadro. Levar também o marcador.

2 Verificar os tópicos presentes no verso de cada cartão. Em caso de pontos **NOK**, assinalar no cartão um **X**. Em caso de pontos **OK**, assinalar um **✓**.



3 Concluída a verificação, o cartão deve ser colocado novamente no quadro de modo a que o seu verso fique visível. Se existir pelo menos um tópico **NOK**, o cartão deve ser colocado no quadro com a parte vermelha visível e virada para cima (virar o cartão de avesso). Caso contrário, o cartão deve ficar com a parte verde visível e virada para cima.



4 Na existência de pontos **NOK**, conforme o tipo de cartão, consultar o respetivo plano de ações e executar as medidas expostas no mesmo (estes encontram-se expostos no quadro).



Figura 79 – OPL do Quadro Kamishibai